

МАРТ - АПРЕЛЬ 2/88

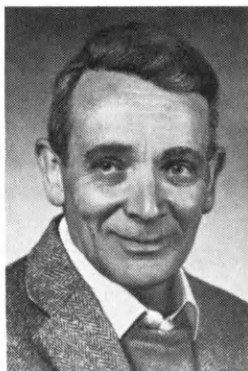
ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

- АСТРОНОМИЯ
- ГЕОФИЗИКА
- ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



**«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»
поздравляет астрономов,
геофизиков
и исследователей
космического
пространства —
новых членов
Академии наук СССР**



**Академик
КЕЙЛИС-БОРОК**
Владимир Исаакович
(Отделение геологии,
геофизики, геохимии
и горных наук)



**Академик
БОЯРЧУК**
Александр Александрович
(Отделение общей физики
и астрономии)



**Академик
ХАИН Виктор Ефимович**
(Отделение геологии,
геофизики, геохимии
и горных наук)



**Академик
БАРСУКОВ**
Валерий Леонидович
(Отделение геологии,
геофизики, геохимии
и горных наук)



**Академик
ГОЛИЦЫН** Георгий Сергеевич
(Отделение океанологии,
физики атмосферы
и географии)



**Член-корреспондент
АН СССР
ГАЛЕЕВ**
Альберт Абубакирович
(Отделение общей физики
и астрономии)



**Член-корреспондент
АН СССР
ФЕДОРОВ**
Константин Николаевич
(Отделение океанологии,
физики атмосферы
и географии)



**Член-корреспондент
АН СССР
СЕМЕНОВ** Юрий Павлович
(Отделение
физико-технических
проблем энергетики)



**Член-корреспондент
АН СССР
АБАЛАКИН** Виктор Кузьмич
(Отделение общей физики
и астрономии)

Орган Секции
физико-технических
и математических наук,
Секции наук о Земле
Президиума
Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-
геодезического общества



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР.

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Основан в 1965 году. Выходит 6 раз в год.
Издательство «Наука», Москва

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Академик
Г. А. АВСЮК
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН
Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор технических наук
А. А. ИЗOTOB
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН
Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН
Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН
Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО
Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор физико-математических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ
Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Кандидат технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

В номере:

- 3 Викторенко А. С.— СССР — Сирия: 12-й международный пилотируемый
- 10 Кароль И. Л., Перов С. П.— Озон в атмосфере Земли
- 17 Кудашкина Л. С., Рудницкий Г. М.— Долгопериодические переменные звезды
- 25 Витязев А. В., Козенко А. В.— Происхождение Солнечной системы
- 33 Пищик В. Б.— Биоспутники: вчера, сегодня, завтра

ЛЮДИ НАУКИ

- 39 Яков Борисович Зельдович
- 40 Владимир Иванович Вернадский (к 125-летию со дня рождения)
- 41 Голованов Л. В.— Космический масштаб земных явлений

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 46 Марчук Г. И.— Развивать сотрудничество в космосе
- 47 Нелепо Е. Р.— Заглянем в космическое будущее
- 53 Линкин В. М.— Конгресс астронавтической федерации

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 56 Айрапетян В. С.— Программы для кружков по астрономии и космонавтике

В ФЕДЕРАЦИИ КОСМОНАВТИКИ СССР

- 59 Савинский В. В.— У истоков истории Байконура

МАЛАЯ КОСМОНАВТИКА

- 63 Пшеничнер Б. Г.— Необычный космический рейс
- 65 Полтавец Г. А., Кирдод Н. С.— Космический радиоконкурс

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО ЛУНЕ

- 69 Шевченко В. В.— Море Влажности и Море Облаков

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 72 Крикорьянц Д. В.— Фотографирование Солнца комбинированной оптикой

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

- 74 Дьяконов В. П.— БЕЙСИК — язык программирования персональных ЭВМ

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 78 Федюшин Б. К.— Проблемы межзвездных перелетов

ФАНТАСТИКА

- 83 Ларри Нивен — Нейтронная звезда

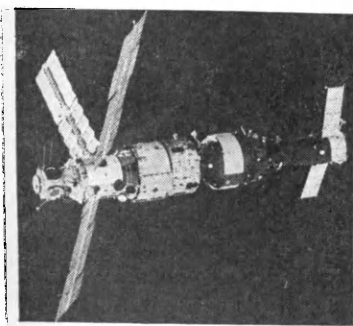
ФИЛАТЕЛИЯ

- 88 Орлов В. А.— Советская космическая филателия в 1987 году

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 92 Севастьянов В. И.— История отечественного ракетостроения и космонавтики
- 94 Лейн А. Ю.— Живая оболочка Земли

На орбите — станция «Мир» [8]; Открыты ли, наконец, планеты? [32]; Новые книги издательства «Наука» [38, 61]; Новые книги [45, 52, 57, 66, 77]; Вулканы и озоновый слой [55]; Подводный звуковой канал [61]; Внимание: «Малый интеркосмос» снова берет старт [62]; Рентгеновский источник в центре Галактики М 33 [67]; Новый метод расчета атмосферной рефракции [68]; Снимок кружковца [68]; Слабые рентгеновские источники [73]; Приемник «Гломара Челленджера» [90]; Солнце в октябре — ноябре 1987 года [96].



Орбитальный комплекс «Мир» — «Квант» — «Союз ТМ-3» [к статье А. С. Викторенко]

IN THE ISSUE

- 3 Victorenko A. S.— The USSR — Syria: 12th international manned flight
- 10 Karol I. L., Perov S. P.— Ozone in the Earth atmosphere
- 17 Kudashkina L. S., Rudnitsky G. M.— The long-periodical variable stars
- 25 Vityazev A. V., Kozenko A. V.— The origin of the Solar System
- 33 Peaschic V. B.— Biosatellites — yesterday, today, tomorrow

PEOPLE OF THE SCIENCE

- 39 Yakov B. Zeldovitch
- 40 Vladimir I. Vernadsky — 125 anniversary of the birth
- 41 Golovanov L. V.— Cosmic range of the Earth phenomena

SYMPOSIUMS, CONFERENCES, CONGRESS'

- 46 Marchuk G. I.— Further development of space cooperation
- 47 Nelepo H. R.— Glance in the space future
- 53 Linkin V. M.— The Astronautic Federation congress

THE ASTRONOMICAL EDUCATION

- 56 Ayrapetyan V. S. The programmes for astronomy and cosmonautics hobby groups

IN THE USSR FEDERATION OF COSMONAUTICS

- 59 Savinsky V. V.— At the Baykonur history starting point

THE SMALL COSMONAUTICS

- 63 Pshenichner B. G.— The out-of-the-roay space flight
- 65 Poltavets G. A., Keerdoda N. S.— The space radio contest

AMATEUR ASTRONOMY

THE MOON GUIDE

- 69 Shevchenko V. V.— Mare Humorum and Mare Nubium

THE AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 72 Krickoryanc D. V.— Sun photographing throug the complex optic systems

COMPUTERS SUPPORT TO THE ASTRONOMY FANS

- 74 Dyackonov V. P.— BASIC — the PC programming language

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 78 Phedueshin B. K.— The interstellar flights problems

SCIENCE FICTION

- 83 Larry Niven — Neutron Star

PHILATELY

- 88 Orlov V. A.— The soviet cosmic philately in 1987

BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

- 92 Sevastyanov V. I.— The native rocket-building and space history
- 94 Lein A. U.— The living cover of the Earth

NEWS OF SCIENCE AND THE OTHER INFORMATION

© Издательство «Наука»,
«Земля и Вселенная», 1988 г.

СССР—Сирия: 12-й международный пилотируемый



Герой
Советского
Союза
летчик-
космонавт СССР
А. С. ВИКТОРЕНКО

В юбилейную космическую летопись 1987 года яркой страницей вписан советско-сирийский полет на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Мир». Этот полет как бы подвел итог первому десятилетию международных пилотируемых космических полетов и еще раз продемонстрировал мирную направленность советских космических исследований.

На исходе прошлого века, витая вдали от других стран — по задолго до начала освоения космоса, К. Э. Циолковский в своей повести «Вне Земли» высказал идею объединения усилий народов нашей планеты по овладению космическим пространством. «...Человечество,— писал он,— приобретает всемирный океан, доверенный ему как бы нарочно для того, чтобы связать людей в одно целое, в одну семью...» Сотрудничество Советского Союза с другими странами в изучении и освоении космоса уже имеет свою историю, в том числе в организации и успешном проведении международных пилотируемых космических полетов (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 44.— Ред.). Эти полеты осуществляются с представителями социалистических стран в рамках программ «Интеркосмос», с предста-

вителями других стран — по двусторонним соглашениям. Таким был и советско-сирийский полет, осуществленный на основе двустороннего соглашения между СССР и Сирией. В октябре 1985 года в Звездный городок прибыли летчики ВВС Сирийской Арабской Республики Мухаммед Ахмед Фарис и Мунир Хабиб Хабиб. После прохождения курса общекосмической подготовки вместе с советскими участниками полета они приступили к работе в составе экипажей. В предполетный период экипажи занимались на тренажерах, работали с научной аппаратурой, прошли весь комплекс медицинской подготовки, отрабатывали действия после приземления в различных районах и природно-климатических зонах. Перед стар-

том, на космодроме, наш экипаж еще раз прорепетировал все научные эксперименты и операции по стыковке.

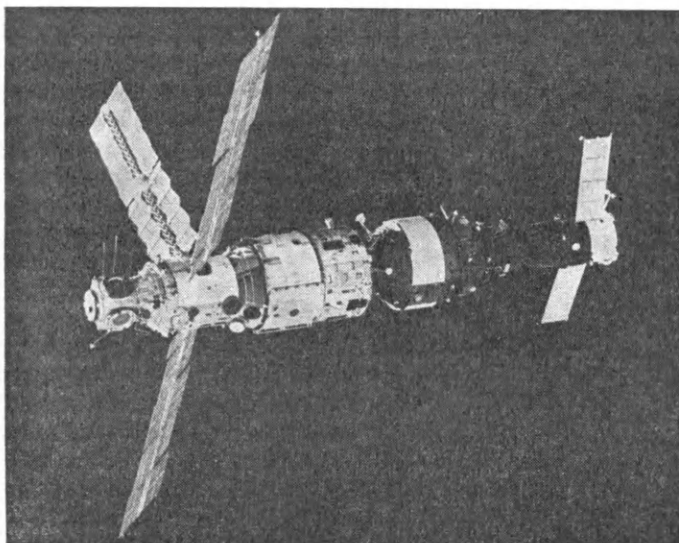
Мне выпала честь быть командиром международного советско-сирийского космического экипажа. В его состав вошли также бортинженер, Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Александр Александров и сирийский космонавт-исследователь Мухаммед Ахмед Фарис (Земля и Вселенная, 1987, № 5, 2-я стр. обложки.— Ред.).

Старт космического корабля «Союз ТМ-3» состоялся 22 июля 1987 года. Через два дня наш корабль подошел к орбитальному комплексу «Мир» — «Квант» — «Союз ТМ-2». Мы были поражены его размерами и красотой. И это не удивительно — только масса комплекса около 40 тонн. После осуществления в автоматиче-



М. Фарис и М. Хабиб. Первое знакомство с невесомостью на борту самолета-лаборатории

Орбитальный комплекс «Мир» — «Квант» — «Союз ТМ-3» [снимок сделан автором с борта космического корабля «Союз ТМ-2»]



ском режиме стыковки, проверки герметичности стыковочного узла наш экипаж перешел в орбитальный комплекс и приступил к выполнению программы работ совместно с основной экспедицией в составе Юрия Романенко и Александра Лавейкина (Земля и Вселенная, 1987, № 2, с. 3.—Ред.).

Станция «Мир», на которой нам предстояло работать, была выведена на орбиту 20 февраля 1986 года. По своей конструкции и техническому оснащению это станция третьего поколения (Земля и Вселенная, 1986, № 6, с. 2.—Ред.). Она снабжена шестью стыковочными узлами и представляет собой базовый блок для построения многоцелевого, постоянно действующего пилотируемого комплекса со специализированными орбитальными модулями научного и народнохозяйственного назначения. Базовый блок станции состоит из четырех отсеков — переходного, рабочего, переходной камеры и агрегатного отсека. На переходном отсеке имеется пять стыковочных узлов, один из которых предназначен для стыковки кораблей и научных модулей, а четыре других только для размещения научных модулей.

Рабочий отсек вмещает основное оборудование базового блока, посты управления станцией, зоны работы экипажа, выполнения физических упражнений и приема пищи. В отсеке имеется 13 иллюминаторов диаметром от 80 до 426 мм для визуальных наблюдений и установки научных приборов. Переходная камера имеет стыковочный агрегат, к которому в апреле 1987 года был пристыкован астрофизический модуль «Квант» (Земля и

Вселенная, 1987, № 4, 2-я стр. обложки.— Ред.). Это специализированный космический аппарат, предназначенный для выполнения астрофизических и других научных и народнохозяйственных исследований и экспериментов в составе орбитального пилотируемого комплекса.

Научная программа совместного полета была подготовлена учеными Советского Союза и Сирии. За шесть дней предстояло выполнить **тринадцать экспериментов**. Часть оборудования после экспедиции посещения остается в орбитальной лаборатории. Тем самым каждая страна, каждый экипаж как бы наращивают ее научный потенциал.

Основные этапы работы объединенного экипажа включали технологические и геофизические эксперименты и наблюдения, космическую биотехнологию и медицинские исследования.

Технологическая программа предусматривала проведение экспериментов на аппаратуре **«Кристаллизатор»** — советско-чехословацкой установке нового поколения. В этой печи можно обрабатывать самые различные образцы — от стекол до проводников. Для обеспечения индивидуального режима температур и давления, других физических характеристик печь снабжена микропроцессором, который управляет всей технологией в автоматическом режиме по заданной программе.

Исследования по космическому материаловедению были продолжены в эксперименте **«Пальмира»** — выращивание кристаллов из водных растворов в невесомости. Предметом изучения был гидроксид

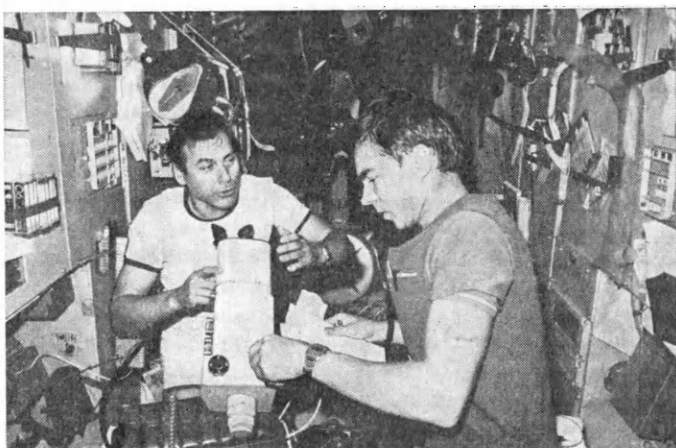


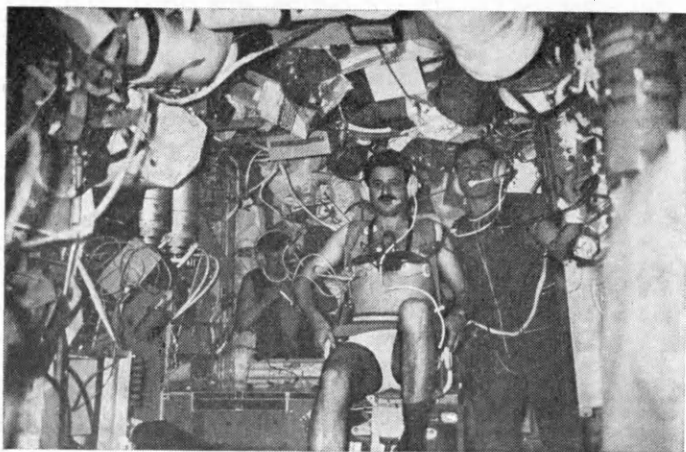
Эксперимент «Босра» проводят М. Фарис и А. Викторенко

патит, кристаллы которого составляют армирующую основу костной и зубной ткани. Получение синтетического гидроксидата даст возможность создавать надежные протезы, заменяющие костных и зубных тканей, прочные и легкие, не поддающиеся воздействию окружающей среды.

На аппаратуре **«Кристаллизатор»** также проводились со-

Проверка остроты зрения прибором «Контраст» у А. Александрова





М. Фарис во время исследований сердечно-сосудистой системы

ветско-сирийские технологические эксперименты. Один из них назывался «Касьюн» (по имени горы в Дамаске). Целью его являлось изучение особенностей кристаллизации металлических сплавов в невесомости, способных заменить дорогостоящие легированные стали. В этом опыте исследовался сплав алюминий — никель. Во втором эксперименте — «Аффамия» (название древней области Сирии) — изучалось получение в условиях микрогравитации монокристаллов полупроводникового материала антимонида галлия с улучшенными характеристиками.

Очень интересный эксперимент был разработан советскими и сирийскими учеными под названием «Босра» (название исторического места в Сирии, где сохранился большой древний амфитеатр). С каждым полетом мы получаем новые сведения о свойствах верхней атмосферы. Экспериментальными исследо-

ваниями установлено, что физические условия в верхней атмосфере значительно отличаются от условий ее приземных слоев. Выяснилось, что верхняя атмосфера на высотах 200—400 км достаточно сильно разогрета. Температура ее превышает 1000 К. Изучение динамики верхних слоев атмосферы и источников разогрева ее — одна из основных задач в физике верхней атмосферы. О температуре газа судят по ширине его спектральных линий, так как она определяется скоростями излучающих атомов. Для измерения температуры нейтральных атомов в верхней атмосфере наиболее удобна яркая красная линия атомарного кислорода. Эту линию часто называют индикатором состояния ионосферы и верхней атмосферы.

В эксперименте «Босра» измерения доплеровской ширины контура красной линии кислорода проводились с помощью оптического инструмента интерферометра. Высокая

чувствительность детекторов света в приборе достигалась с помощью миниатюрных охлаждаемых устройств. Это позволило провести измерения нейтральной температуры на ночных участках орбиты, то есть ночной температуры атмосферы.

Сирийские ученые и специалисты активно участвовали в разработке этого прибора и внесли значительный вклад в улучшение его технических характеристик. Полученные данные позволяют уточнить математическую модель ионосферы и верхней атмосферы, что даст специалистам возможность повысить надежность радиосвязи, а также давать более точный прогноз параметров орбит космических летательных аппаратов. Большую помощь в выполнении этого эксперимента нам оказал Юрий Романенко, который имеет богатый опыт наблюдений за различными атмосферными явлениями.

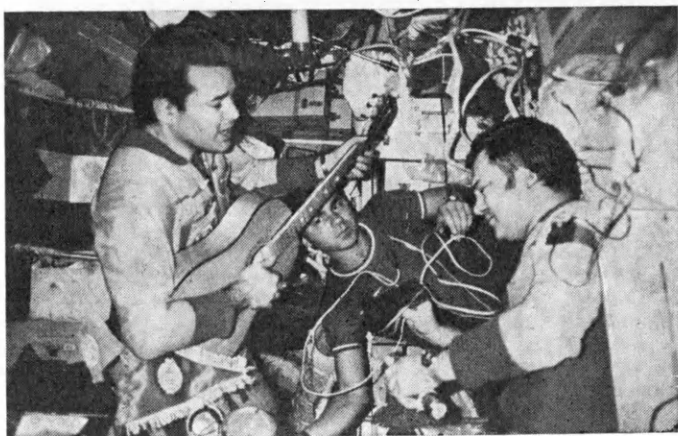
По программе космической биотехнологии были проведены эксперименты по электрофоретической очистке и разделению различных биологически активных веществ. Так, установка «Ручей» использовалась для очистки нескольких партий генноинженерного интерферона и противогриппозного препарата. Для увеличения производительности этой установки и повышения чистоты противовирусного человеческого интерферона была применена новая технология очистки, при которой струйка раствора текла поперек электрического поля. А на установке «Светлана» были выделены активные микроорганизмы, производящие кормовой антибиотик для животноводства.

В ходе совместного полета был продолжен эксперимент «Баллист» по определению параметров сердечно-сосудистой системы в космическом полете. Условия невесомости позволяют измерить величину сокращений сердца, которые придадут телу определенный момент движения. В предыдущих полетах перемещения тела измерялись только по продольной оси «голова — ноги». Мы же пользовались специальным датчиком для баллистокардиографических перемещений — пьезоакселератором. Он регистрировал данные о величине и пространственном распределении энергии сердечных сокращений.

Во время полета орбитального комплекса над Сирийской Арабской Республикой все члены совместного экипажа принимали участие в эксперименте «Евфрат». Были выполнены серии визуальных наблюдений, фотографирование и спектрометрирование территории страны. С космической орбиты получены материалы для изучения агропромышленных ресурсов и сельскохозяйственных угодий в бассейне реки Евфрат и Сирийской пустыне, поиска полезных ископаемых и водных запасов в Арабо-Африканском разломе, изучения внутренних водоемов Сирии и ее лесного фонда, комплексного картографирования страны.

С целью повышения эффективности научных исследований из космоса и для решения ряда навигационных задач был проведен эксперимент «Поляризация».

Вся научная программа международного советско-сирийского пилотируемого полета была успешно выполнена.



В короткие минуты досуга

Огромную помощь нам оказали Юрий Романенко и Александр Лавейкин. Быстро пролетело время совместной работы. В короткие минуты отдыха мы вспоминали родные места, смотрели телефильмы, доставленные «грузовиком» с Земли. Мухаммед Фарис показал телефильм о Сирии, переданный ему перед стартом сирийскими операторами.

В августе 1987 года основной и дублирующий экипажи во главе с начальником Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина генерал-лейтенантом авиации В. А. Шаталовым посетили Сирию по приглашению ее правительства. В аэропорту Дамаска нас встречали десятки тысяч людей. Во время 10-дневного визита нас принял президент Сирии Х. Асад и вручил нам награды этой страны. Мы посетили несколько городов и по-отношению ощущали дружеское отношение сирийского народа.

Велика и прекрасна наша Земля. Это очень остро чувствуется в космическом поле-

те. И естественно, что у космонавтов появляется особое чувство заботы о родной Земле. Не случайно три года назад группой космонавтов, в которую входили А. А. Леонов и О. Г. Макаров, была создана Ассоциация участников космических полетов. Одна из задач этой организации — мирное освоение космоса и международное сотрудничество в нем на благо всех людей планеты. В октябре 1987 года в г. Мехико состоялся Третий конгресс ассоциации, в работе которого я принимал участие. Все были единодушны во мнении — космос не должен стать ареной военного соперничества, космос должен быть мирным.

На орбите — станция «Мир»

Как уже известно нашим читателям (Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 28.—Ред.), 21 декабря 1987 года в 14 ч 18 мин московского времени в Советском Союзе осуществлен запуск космического корабля «Союз ТМ-4». Его пилотировал экипаж в составе командира корабля летчика-космонавта СССР Владимира Титова, бортинженера Мусы Манарова и космонавта-исследователя Анатолия Левченко. 22 декабря «Союз ТМ-4» произвел первый двухимпульсный маневр дальнего сближения с научно-исследовательским комплексом «Мир». 23 декабря была осуществлена стыковка пилотируемого корабля «Союз ТМ-4» с научно-исследовательским комплексом «Мир», на борту которого работали Ю. Романенко и А. Александров. После проверки герметичности стыковочного узла экипаж «Союз ТМ-4» перешел в помещение станции.

В первые дни вновь прибывшие космонавты выполнили комплекс медицинских исследований с целью дальнейшего изучения процессов адаптации организма человека к невесомости, а также определения эффективности применяемых в этот период профилактических средств.

В ходе совместного полета, на установках «Айну́р» и «Ручей» были продолжены эксперименты по отработке базовой технологии получения в условиях микрогравитации высококачественных биологических активных веществ. Одновременно с проведением астрофизических, биологических и геофизических исследований В. Титов, М. Манаров и А. Левченко продолжали знакомиться с особенностями эксплуатации научной аппаратуры, имеющейся на станции.

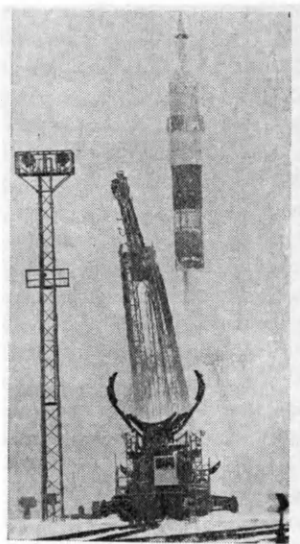
28 декабря космонавты начали подготовку корабля «Союз ТМ-3» к спуску с орбиты. Они

перенесли в спускаемый аппарат документацию, отснятую кино- и фотопленку, магнитофонные пленки, укладки с биологическими объектами, а в бытовой отсек — отработавшее оборудование.

29 декабря 1987 года в 12 ч 16 мин московского времени после успешного выполнения программы научно-технических исследований и экспериментов на борту пилотируемого комплекса «Мир» космонавты Ю. Романенко, А. Александров и А. Левченко возвратились на Землю. Работу на орбите продолжили В. Титов и М. Манаров.

Впервые в истории космонавт Ю. Романенко осуществил пилотируемый полет продолжительностью 326 суток. В ходе непрерывного функционирования научно-исследовательского комплекса «Мир» была произведена полная смена его экипажа.

30 декабря в соответствии с намеченной программой была осуществлена перестыковка корабля «Союз ТМ-4» с астрофизического модуля «Квант» на переходной отсек базового блока. Перестроение пилотируемого комплекса производилось, чтобы обеспечить дальнейшие транспортные опера-



Старт космического корабля «Союз ТМ-4»

Экипаж «Союза ТМ-4» перед стартом (слева направо): А. Левченко, В. Титов, М. Манаров



Начало см. №№ 3—5, 1986; №№ 2—6, 1987; № 1, 1988.



С 23 по 29 декабря 1987 года на орбите работал объединенный экипаж (слева направо): внизу — В. Титов, А. Левченко, М. Манаров; сверху — Ю. Романенко, А. Александров

Ю. Романенко и А. Александров с заместителем начальника Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина А. Леоновым на второй день после посадки



ции по снабжению его топливом и различными грузами с использованием автоматических кораблей «Прогресс». Перед расстыковкой космонавты перешли в пилотируемый корабль и закрыли переходные люки. После отделения корабля «Союз ТМ-4» от орбитального комплекса базовый блок совершил разворот на 180° , а затем экипаж пристыковал корабль к переходному отсеку.

Новый год космонавты В. Титов и М. Манаров встретили на орбите пролетая над районом мыса Доброй Надежды. А 1 января поздравления принимал Владимир Титов. В этот день ему исполнился 41 год.

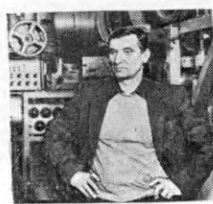
Затем экипаж выполнял штатные операции по обслуживанию установки «Электрон», предназначенной для пополнения кислорода в жилых отсеках, проверял функционирование одного из блоков электронно-вычислительной машины. По программе астрофизических исследований на аппаратуре «Мария» космонавты провели серию измерений потоков высокоэнергетических электронов и позитронов в околоземном космическом пространстве.

На установке «Корунд» В. Титов и М. Манаров занимались экспериментами по выращиванию монокристаллов полупроводниковых материалов с улучшенными характеристиками. Они также отрабатывали метод нанесения гальванических антикоррозийных покрытий в условиях невесомости.

В середине января с использованием ультрафиолетового телескопа «Глазар» проводились съемки отдельных участков созвездий Орион и Корма, а также астрофизических объектов в созвездиях Льва и Малой Медведицы. Телескопы орбитальной обсерватории «Рентген» направлялись в это время на рентгеновский пульсар в созвездии Геркулеса и на сверхновую в Большом Магеллановом Облаке.

(По материалам ТАСС)
Продолжение следует

Озон в атмосфере Земли



Доктор
физико-
математических
наук
И. Л. КАРОЛЬ
(Главная
геофизическая
обсерватория
им. А. И. Воейкова)

Кандидат физико-
математических
наук
С. П. ПЕРОВ
(Центральная
аэрологическая
обсерватория)

Озоновый слой в опасности! Эта тема не сходит в последнее время со страниц газет и журналов. Но тревога особенно усилилась, когда в 1985 году весь мир облетела весть о возникновении «озонной дыры» над Антарктидой, то есть области, где за шесть лет содержание озона уменьшилось почти вдвое. Размеры этой области были сравнимы по площади с территорией Соединенных Штатов Америки. В чем же причины убыли озона в земной атмосфере и какую роль здесь играет хозяйственная деятельность людей?

«ЩИТ ЖИЗНИ»

Как остроумно заметила еще 20 лет назад французская исследовательница атмосферы А. Васси, столь огромный интерес к озону совершенно непропорционален его малой величине: этот газ составляет лишь несколько десятиллионных долей атмосферы. Если бы его удалось собрать при нормальном давлении и температуре, то образовался бы слой толщиной всего около 3 мм (или 300 единиц Добсона — меры суммарного озона, употребительной в озонометрии). 3 мм — это, конечно, среднее значение, в разных широтах и в различные сезоны года такой условный слой может утолщаться или утончаться вдвое. В действительности же озон рассредоточен во всей толще атмосферы с максимумом на высоте 20—30 км. Это и есть окружающая земной шар **озоносфера**, которую принято называть озоновым щитом Земли. В озоносфере практически полностью поглощается ультрафиолетовое излучение Солнца, способное разрушить все живое. Благодаря озону смер-

тоносное излучение не доходит до поверхности Земли и уже сотни миллионов лет на нашей планете благоприятные условия для развития жизни (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 32.—Ред.).

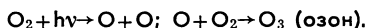
И все же, по-видимому, процессы эволюции биосферы были в прошлом чувствительны к изменчивости ультрафиолетового излучения, которое частично все-таки доходит до Земли. По биологическому действию достигающее земной поверхности ультрафиолетовое излучение разделяется на две области: более активную — с длиной волны 280—315 нм (УФ-Б) и менее активную — с длиной волны 315—400 нм (УФ-А). Распределение потока этой радиации на Земле зависит от физико-географических и климатических факторов и может меняться примерно в 10 раз для УФ-Б — от 0,1 Вт/м² в Арктике до 1 Вт/м² в тропиках.

Считается, что существенное уменьшение озона, а значит, увеличение дозы ультрафиолетового излучения может замедлять рост растений, повреждать водные экосистемы,

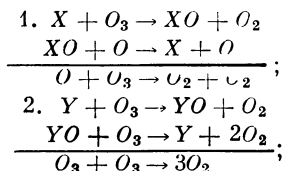
обеднять фауну. У человека повышенное излучение может вызвать ожоги и даже привести к раку кожи.

КАК ОБРАЗУЕТСЯ И РАЗРУШАЕТСЯ ОЗОН?

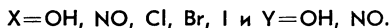
Как считает современная наука, озон действительно может убывать из атмосферы Земли. А недавние события в атмосфере над Антарктидой — резкий спад содержания озона — даже опережают предсказываемый теорией темп такого уменьшения. Причина — **химическая неустойчивость молекул озона**, на которые воздействуют фотоны солнечного света $h\nu$ и содержащиеся в атмосфере газы. В естественной, незагрязненной атмосфере равновесие содержания озона поддерживается реакциями:



Так образуется озон, а разрушается он в ходе цепных реакций двух основных типов:

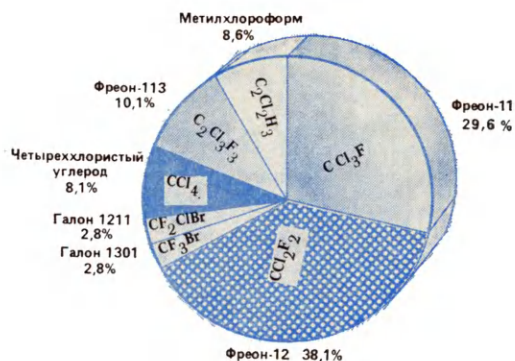


где



Больше всего озона на земном шаре образуется в тропической стратосфере на высоте 30—40 км (здесь поглощается максимум солнечных фотонов). Отсюда озон разносится воздушными течениями в средние и полярные широты. Таким образом, **фотохимия и динамика атмосферы** определяют общее содержание и вертикальное распределение озона на нашей планете. И если количество какого-либо газа-катализатора начнет возрастать, это может привести к нарушению естественного равновесия в озоносфере, и тогда общее содержание озона в атмосфере начнет уменьшаться.

Расчеты и наблюдения свидетельствуют: в последние 10—15 лет, в связи с усилением хозяйственной деятельности человека, в атмосфере появилось много **хлорных, бромных и азотных соединений**. Объясняется это интенсивным использованием азотных удобрений и галогенуглеводородных соединений, в частно-



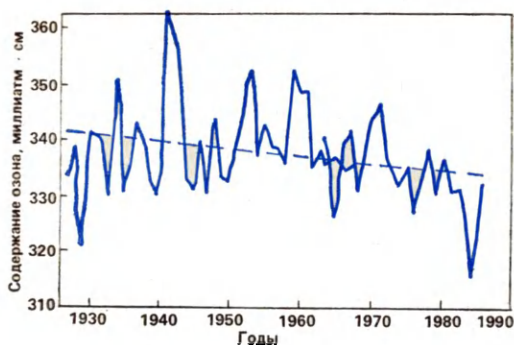
Относительный вклад различных химических веществ в разрушение озонового слоя [данные на 1985 год]

сти **фреонов**. Без фреонов не обходится современная холодильная техника, в качестве растворителей их применяют в промышленности и быту — в аэрозольных баллонах. Сейчас не вызывает сомнений, что фреоны — самый злостный агент, разрушающий озон. Бромсодержащие соединения (галон 1211 — CBrClF_2 , галон 1301 — CBrF_3) используются при пожаротушении. Галон 1301, кроме того, применяется как специальный хладагент.

ИЗМЕРЕНИЕ ОЗОНА В АТМОСФЕРЕ

Систематические наблюдения за состоянием озонового слоя и других малых составляющих проводят с помощью **контактных и дистанционных методов**. В первом случае прибор анализирует окружающий воздух на месте, во втором — измерение выполняют на расстоянии от прибора, причем информацию об удаленном объеме атмосферы обычно дает электромагнитное излучение, в том числе и искусственное (лазерный зонд-лидар). Важным в наблюдениях по-прежнему остается метод отбора и лабораторного анализа проб воздуха, одним из первых примененный в изучении состава атмосферы.

Дистанционные наблюдения появились и совершенствовались лишь в последние десятилетия. Они весьма перспективны для развития информативной глобальной системы, объединяющей космические (спутниковые и



Кривая показывает, как в последние десятилетия неуклонно падает общее содержание озона в стратосфере. Приведены средние годовые значения, полученные на обсерватории Арозе (Швейцария)

ракетно-зондовые) и наземные методы измерений. Дело в том, что современная спутниковая аппаратура нуждается в постоянном контроле — путем привязки ее к реперным наземным измерениям. Такие измерения к тому же заполняют пробелы в спутниковых данных, неизбежно появляющиеся в полярных районах Земли. Сейчас главные проблемы развития наблюдений за озоносферой — это повышение точности наблюдений, создание надежной аппаратуры и систем ее метрологического обеспечения, а также разработка единых норм точности.

Измерениями характеристик озоносферы занимаются многие специалисты в различных странах мира. Наша страна вносит значительный вклад в исследования озона: в СССР организована наземная озонометрическая сеть, которая оснащена оптическими (фильтровыми) приборами, измеряющими поглощение солнечных лучей слоем озона. Сеть включает более 50 пунктов, это примерно половина действующих во всем мире станций. Общее содержание озона измеряется также на дрейфующих станциях «Северный полюс», в Антарктиде и на исследовательских судах, плавающих в Мировом океане. В нашей стране организована также сеть ракетного зондирования, позволяющая получать систематическую информацию для климатологии верхней атмосферы, а также реперные данные для спутниковых наблюдений. Сеть эта включает станции на острове Хейса (Земля Франца-Иосифа), в районе Волгограда, в Антарктиде (обсерватория Молодежная). В рамках международного сотрудничества вот уже 17 лет проводятся пуски ракет на станции Тумба (Индия). Ракетные измерения характеристик озона регулярно выполняются и с научно-исследовательских судов.

Советские специалисты разрабатывают численные модели распространения и фотохимических превращений антропогенных загрязнений от поверхностных и высотных источников. Эти фотохимически-динамические модели описывают пространственно-временные изменения концентрации озона.

«ОЗОННАЯ ДЫРА» НАД АНТАРКТИДОЙ

В середине 1985 года из Антарктиды поступили первые тревожные сообщения: над английской антарктической станцией Хэлли-Бей (76° ю. ш., 27° з. д.) существенно снизилось содержание озона. Снижение это особенно было заметно в сентябре и октябре — весенние для южного полушария месяцы (область максимума озона над южной полярной зоной приходится на 50—60° ю. ш., минимума — над Южным полюсом). Как показали измерения на спутниках и наземных станциях, за шесть лет — с 1979 по 1985 год — среднее за октябрь количество суммарного озона упало почти на 40% в околполюсной области и примерно на 20% — в зоне его максимума.

В сентябре — октябре 1986 года, через год после сенсационного сообщения, минимум суммарного озона оказался уже не таким глубоким, он соответствовал примерно уровню 1983—1984 годов. Однако в сентябре 1987 года, по предварительным результатам, было рекордно низкое содержание суммарного озона: около полюса оно упало до 50% от уровня 1979 года.

Каковы же причины столь сильного утончения озонового слоя над Антарктидой в весенние месяцы? Измерения вертикального распределения концентрации озона в Антарктиде показывают, что весной озон убывает в основном в нижней стратосфере — на высоте 12—20 км. Одновременно в этом же слое

антарктической стратосферы отмечается сильное похолодание (среднемесячная температура воздуха в околополюсном районе в октябре 1985 года упала по сравнению с октябрём 1979 года почти на 20° С). Тесная связь колебаний температуры и концентрации озона замечена в разных частях антарктической стратосферы.

Мы уже говорили, что озон в стратосфере интенсивно поглощает ультрафиолетовое излучение Солнца. В результате он нагревает стратосферу на ее верхней границе — стратопause. Поэтому вполне допустимо предположить: отмеченное уменьшение озона в нижней стратосфере в 80-х годах и привело к ее выхолаживанию. Однако расчеты показывают, что в этих условиях температура может упасть лишь на половину наблюдаемой величины. Другая половина, скорее всего, связана с изменениями переноса тепла и атмосферных примесей планетарными волнами. По-видимому, заметно изменилась интенсивность такого переноса из тропической стратосферы к полярным областям, и озона в атмосферу Антарктиды стало поступать меньше. Причины подобных изменений пока не ясны, возможно, это просто естественное колебание циркуляции атмосферы южного полушария. Итак, первое объяснение «озонной дыры» в Антарктиде — **вариации динамики антарктической атмосферы.**

Другое объяснение было предложено еще в самом первом сообщении о ней в 1985 году. «Озонная дыра» — результат усиленного **фотохимического разрушения озона** в стратосфере Антарктики, «уничтожают» его газовые соединения хлора (отчасти и брома), которые накапливаются в стратосфере при разрушении упомянутых галогенуглеводородных соединений.

В сентябре — октябре 1986 и 1987 годов в стратосфере Антарктики удалось измерить содержание окиси хлора. Оказалось, что уровень его здесь в десятки раз выше соответственных фоновых значений на других широтах планеты. Этот результат, по-видимому, неплохо подтверждает гипотезу о фотохимическом происхождении «озонной дыры».

Предложено несколько моделей таких фотохимических процессов. Предполагается, что существенное влияние здесь оказывают некоторые **гетерогенные химические реакции** на поверхности аэрозолей, капель или ледяных

кристаллов, образующих в стратосфере Антарктики специфические облака. По спутниковым наблюдениям, они возникают там в очень холодное зимнее время и бесследно исчезают весной, когда стратосфера начинает прогреваться Солнцем. Но пока это предположение. Подобные реакции даже в лабораторных условиях наблюдать не удавалось.

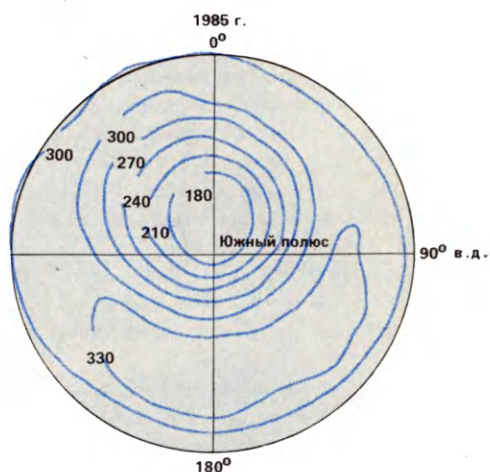
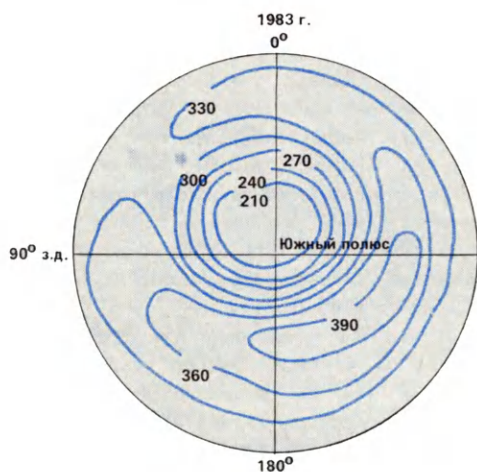
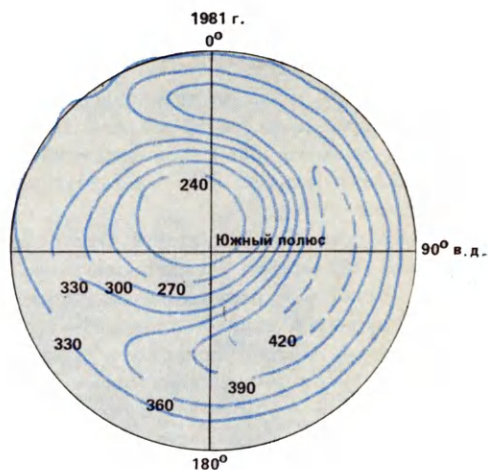
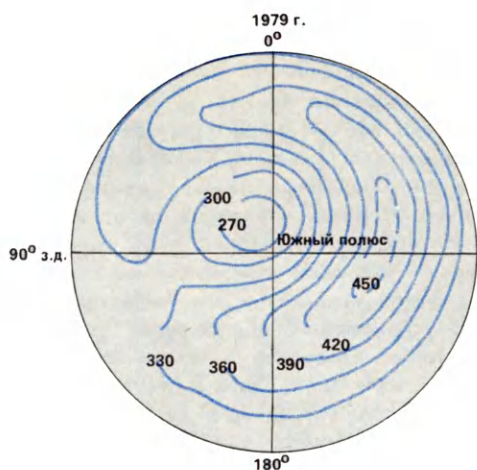
Не исключено, наконец, и то, что «озонная дыра» — результат одновременного воздействия фотохимических и динамических процессов, усиливающих друг друга. При нагреве некоторых аэрозолей и газов, поглощающих весной излучение Солнца, могут возникнуть интенсивные восходящие движения воздуха, они всегда приводят к убыли озона в стратосфере. Фотохимические реакции с участием хлора и его окисей, а тем более в присутствии брома и окиси брома, способны еще заметнее усилить эту убыль.

Нужно сказать, что интенсивность ультрафиолетового излучения в Антарктиде не измерялась. Однако едва ли там в период появления «озонной дыры» был увеличенным поток биологически опасного солнечного излучения (УФ-Б). В октябре солнце в Антарктиде стоит низко над горизонтом и коротковолновое УФ-Б-излучение почти полностью поглощается в атмосфере.

А что же происходит со стратосферным озоном в Арктике? Нет ли там тоже таких явлений или не развивается ли «озонная дыра», подобная антарктической? Пожалуй, нет, потому что в Арктике совершенно иное распределение озона и другой характер его переноса с воздушными массами. В Антарктиде, как мы уже говорили, меньше всего озона в атмосфере вблизи полюса, поскольку околополюсные воздушные массы довольно изолированы, не так активно обмениваются с воздухом других широт. В Арктике же океан постоянно отдает тепло атмосфере через полыньи и разводья. Арктический воздух все время перемешивается с воздушными массами более южных широт, потому и содержание озона растет в Арктике до самого полюса. А это не позволяет озоновому слою столь резко истощаться.

ТРОПОСФЕРНЫЙ ОЗОН

Суммарное содержание озона заметно уменьшилось и в атмосфере других широт. В 1983 году его среднегодовое содержание



Так распределено среднее содержание озона в стратосфере над южным полушарием Земли (карты составлены для октября). Цифры на изолиниях — содержание озона в единицах Добсона (миллиатм·см) или толщина озонового слоя в тысячных долях сантиметра. Обратите внимание, что за шесть лет (1979—1985 гг.) содержание озона над полюсом [зона минимума озона] и в северо-восточном секторе [зона максимума] резко уменьшилось

упало, везде на земном шаре почти на 4% — по отношению к среднему уровню за последние тридцать лет измерений. Во многом это объясняется действием аэрозолей и газов — продуктов, которые были выброшены во время мощного извержения вулкана Эль-Чичон

в Мексике в апреле 1982 года (Земля и Вселенная, 1983, № 5, с. 51.— Ред.). Через год эти газы, содержавшие соединения хлора, водорода и гидроксила, рассеялись по всей атмосфере Земли. В 1984 году уровень озона почти вернулся к среднему уровню, но в 1985 году

началось медленное уменьшение концентрации озона — на 0,5—1% в год, с зимне-весенним уменьшением на 2—4% вне тропиков. Причина такого падения до конца не ясна, но медленный темп изменений определенно указывает на связь с ростом выброса галогенуглеводородов в атмосферу и наличием соединений хлора в стратосфере.

Вместе с убылью озона в стратосфере, заметилась отчетливая тенденция его прибавки в нижней тропосфере Земли, на высоте 1—1,5 км над ее поверхностью.

Измерения, проведенные в 70-х годах, показали рост концентрации озона на 1—2% в год в средних широтах северного полушария. Причем этот рост четко прослеживался и в загрязненном воздухе городов и промышленных районов, и вддали от них. Тропосферный озон составляет около 10% общей массы озона, содержащегося в атмосфере Земли. Он попадает в тропосферу из вышележащей стратосферы, а также образуется и в самой тропосфере при взаимодействии мягкого ультрафиолетового излучения (жесткое целиком поглощается наверху) с двуокисью азота. Фотохимический сток озона в тропосфере по интенсивности сравним с его источником, и примерно столько же озона разрушается (переходит в молекулярный кислород) при взаимодействии с разными формами подстилающей поверхности.

Рост фонового загрязнения атмосферы, в том числе окислами азота от сжигания топлива, выбросов двигателей внутреннего сгорания при работе автотранспорта и средств авиации,— все это способствует прибавке озона в тропосфере. Особенно в северном полушарии, где больше промышленных районов. Там содержание тропосферного озона по некоторым данным почти вдвое больше, чем в южном полушарии.

Несмотря на то, что тропосферный озон составляет лишь десятую долю его общего содержания в земной атмосфере, он также поглощает солнечную коротковолновую и длинноволновую радиацию. Поэтому в какой-то степени он компенсирует потерю озона в стратосфере. И тем самым как бы не дает сломаться защитному озоновому «панцирю» Земли, не позволяет повредить «щит жизни». Расчеты показывают: чтобы сохранилась неизменной интенсивность потока биологически

опасного излучения УФ-Б на уровне поверхности Земли (если даже и убывает на 1% в год содержание озона в стратосфере), достаточно прибавки тропосферного озона ежегодно на 2,4%. Примерно к этому дело и идет, так что в ближайшее время, по-видимому, не стоит пугаться «уточнения» озонового слоя в стратосфере — тропосферный озон восполнит такой дефицит, прежде всего в промышленных районах.

ОЗОН И ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

Как видим, в настоящее время содержание озона в земной атмосфере перераспределяется «по вертикали» — убывает его концентрация в стратосфере и возрастает — в тропосфере. Подобное перераспределение, скорее всего, сохранится, а может быть, даже и усилится в ближайшем будущем. И это, конечно, не может не сказаться на температуре в атмосфере.

Мы уже знаем, что уменьшение озона в стратосфере охлаждает ее, прирост же тропосферного озона, поглощающего излучение, идущее снизу, наоборот, приводит к прогреванию приземного воздуха. А это неизбежно вызовет усиление парникового эффекта атмосферы, создающегося углекислым газом, метаном, галогенуглеводородами и некоторыми другими газами. Среди них не последнюю роль играет и озон. И хотя его концентрация (как метана и других малых примесей) в тысячи раз меньше концентрации углекислого газа, вклад озона в парниковый эффект атмосферы сейчас считается не меньшим, чем вклад углекислого газа. В недалеком будущем роль малых примесей в атмосфере будет даже, наверное, превалировать, ведь они накапливаются в атмосфере в несколько раз быстрее, чем углекислота.

Нет никаких сомнений, что изменение профиля температуры в атмосфере деформирует и всю систему общей циркуляции тропосферы и стратосферы, вызовет общее потепление климата, усиление влагооборота. Вот к каким последствиям может привести убыль такого, казалось бы, незначительного компонента земной атмосферы, как озон.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Еще в 1972 году на конференции ООН по проблеме охраны окружающей среды рас-

смаативался вопрос о воздействии на озоновый слой окислов азота, выделяющихся при полетах сверхзвуковых самолетов в стратосфере. Вскоре после этого в США была выполнена специальная научная программа, и стало ясно, что развитие пассажирской стратосферной авиации не приведет к заметному уменьшению озонового слоя. И нужно сказать, интерес общественности к озону тогда сильно ослабел. Но в 1974 году он вновь возродился — уже в связи с фреоновой проблемой, и в 1975 году Всемирная метеорологическая организация (ВМО) предприняла ряд шагов, направленных на изучение проблемы антропогенного воздействия на стратосферный озон.

В марте 1977 года руководство ЮНЕП (программа ООН по окружающей среде) созвало в Вашингтоне ученых и специалистов на совещание, где был принят Всемирный план действий в отношении озонового слоя. Затем был создан Координационный комитет из представителей стран, осуществляющих крупные научные программы по озоновому слою (например, Великобритания, Канада, СССР, США), а также представителей специализированных организаций ООН (ВМО, ЮНЕП) и других международных организаций.

В марте 1985 года в Вене на конференции полномочных представителей удалось, наконец, завершить подготовку международной **Конвенции по охране озонового слоя**. Конференция закончилась подписанием заключительного акта представителями 37 стран. Двадцать государств, включая СССР, подписали текст Конвенции, согласно которому «... стороны принимают надлежащие меры для защиты здоровья человека и окружающей среды от неблагоприятных последствий, которые являются или могут являться результатом человеческой деятельности, изменяющей или способной изменить состояние озонового слоя».

Главные научные проблемы, подчеркиваются в Конвенции, следующие: а) изучение изменений озонового слоя, которые, в свою очередь, могут изменить интенсивность солнечного ультрафиолета, влияющего на живые организмы (УФ-Б), а также изучение возможных последствий такого изменения для здоровья человека, живых организмов и материалов, используемых человеком; б) изучение изменений вертикального профиля содержания озона, которые могут нарушить температурную структуру атмосферы и вызвать нежелательные последствия для погоды и климата.

В рамках медико-биологических исследований, в частности, предполагается решить многие задачи. Во-первых, понять, как связано облучение человека видимым и ультрафиолетовым солнечным излучением с развитием рака кожи и заболеваниями иммунной системы и как воздействует УФ-Б-излучение на сельскохозяйственные культуры, леса и другие экосистемы суши, на пищевую цепь водных экосистем и запасы рыбы. Во-вторых, изучить механизм воздействия УФ-Б-излучения на биосферу, разобраться в том, как воздействует УФ-Б-излучение на чувствительность и активность биологических видов, на биосинтез и фотосинтез, а также на фоторазложение загрязняющих веществ и применяющихся в сельском хозяйстве многочисленных химикатов.

Ясно, что проблема атмосферного озона вырастает в комплексную междисциплинарную международную проблему, она все больше приобретает глобальный характер экологического, экономического и даже политического плана. Для решения этой проблемы необходимо международное сотрудничество ученых и специалистов самых различных отраслей знаний.

Долго- периодические переменные звезды



Л. С. КУДАШКИНА
Кандидат физико-
математических
наук
Г. М. РУДНИЦКИЙ

ЧТО ТАКОЕ МИРИДЫ?

В эволюции звезд с массами порядка солнечной или чуть большими есть стадии, когда звезда становится очень активной. Светило, ранее мало отличавшееся от нашего Солнца, за сравнительно короткое время «распухает», увеличивая свои размеры в сотни раз и превращаясь в холодную красную звезду-гигант. Большинство звезд в этой стадии проявляет неустойчивость, пульсирует. Их визуальный блеск более или менее регулярно меняется на несколько звездных величин с периодами от сотни дней до полутора-двух лет.

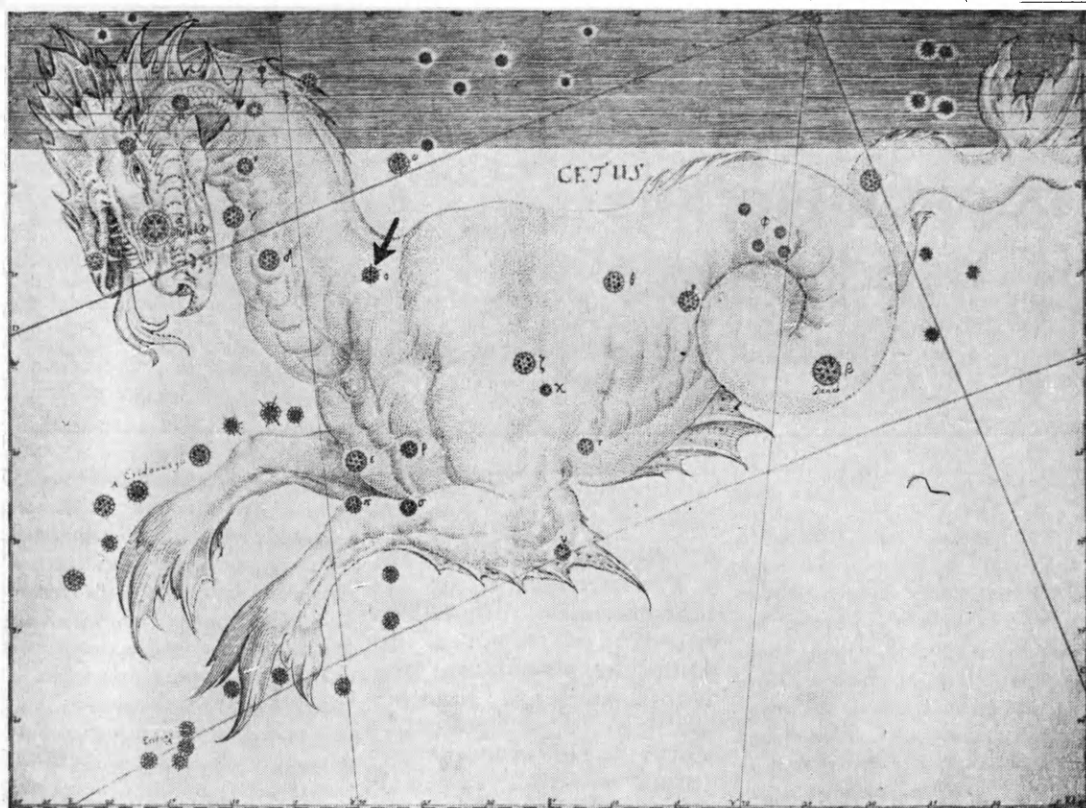
Первой такой переменной звездой, на которую обратили внимание астрономы, была **Мира Кита**. Она в дальнейшем и дала название целому классу переменных звезд. В августе 1596 года немецкий астроном Давид Фабрициус заметил в созвездии Кита звезду, которую он не смог найти ни на звездных картах, ни в каталогах. Но спустя несколько месяцев блеск звезды ослабел настолько, что она перестала быть видимой невооруженным

В атмосферах этих звезд и в окружающих их газовой-пылевой оболочках происходят сложные, до конца не изученные физико-химические процессы. Что это за процессы? Могут ли любители астрономии помочь ученым в исследовании долгопериодических переменных?

глазом. В 1603 году Иоганн Байер при составлении своего знаменитого звездного атласа (первого атласа, где звезды получили обозначения в виде греческих букв) вновь заметил ту же звезду, которую он, не подозревая об открытии Фабрициуса, занес в атлас как звезду 3-й величины и присвоил ей обозначение α Кита. В феврале 1609 года ее вновь наблюдал Фабрициус; тогда же он и назвал ее **Mira** (от латинского «удивительная»).

Хотя Фабрициусу и принадлежит честь первооткрывателя **Миры**, специальных наблюдений он не вел. Регулярные наблюдения **Миры Кита** впервые выполнили Хольварда и Фуллениус в Нидерландах — эти работы относятся уже к 1630-м—1640-м годам. Первым же, кто нашел периодичность в изменениях блеска **Миры Кита**, был французский астроном Буйо. Период звезды он определил в 333 дня, что близко к ныне принятому значению (331,6). К XVII—XVIII векам относятся открытия еще нескольких долгопериодических переменных — χ Лебедя (эту звезду раньше нередко называли «Мирой Лебедя»), а также R Гидры и R Льва.

Легко понять, почему **Мира** и другие подобные ей звезды (мириды) были в числе первых переменных звезд, открытых астрономами и подвергшихся систематическим исследованиям. Это объясняется, прежде всего, большой амплитудой изменений их блеска. Самые яркие из мирид в максимуме могут быть видны даже невооруженным глазом, в то время как в минимуме бы-



Карта созвездия Кита из звездного атласа «Уранометрия» Иоганна Байера (1603 г.). Буквой «омикрон» [o] обозначена долгопериодическая переменная Мира Кита

вают доступны не всякому телескопу. Рекорд принадлежит звезде χ Лебедя: в максимуме ее блеск достигает визуальной величины $3,3^m$, а в минимуме падает почти до 14^m , то есть амплитуда блеска достигает без малого 11 звездных величин!

Мириды занимают особое место среди обнаруженных и изученных переменных звезд. Так, в 4-м издании «Общего каталога переменных звезд» (ОКПЗ) из 28455 включенных в него звезд 5829 — мириды

(более 20%). Причина значительного числа известных мирид кроется в сравнительной легкости их обнаружения: во-первых, благодаря большим амплитудам изменения блеска, а во-вторых, мириды — это звезды-гиганты высокой светимости (достигающей десятков тысяч солнечных), то есть они могут наблюдаться на огромных расстояниях, в сотни и тысячи парсек. Мириды — холодные красные звезды, прошедшие долгий путь эволюции. Температура их поверх-

ности около 2000—3000 К. Большинство относится к спектральному классу М. Это звезды, богатые кислородом. Но изредка встречаются среди мирид и углеродные звезды, принадлежащие к спектральному классу С.

КРИВЫЕ БЛЕСКА

Долгопериодические переменные звезды, как следует из самого названия, изменяют свой блеск достаточно медленно, с периодами в сотни дней (чаще всего встречаются

периоды от 150 до 700 суток). Класс таких переменных включает в себя множество довольно разнообразных по своим характеристикам звезд. Долгопериодические переменные делятся на два подкласса: **переменные типа Миры Кита** (или собственно мириды) и **полуправильные переменные**. Одним из критериев, по которому звезду относят к той или другой категории, служит амплитуда колебаний блеска. К миридам обычно причисляют звезды с амплитудой большей $2,5^m$; к полуправильным — звезды, амплитуда изменения блеска которых меньше $2,5^m$. При этом надо отметить, что мириды в среднем имеют большие периоды и

меняют блеск с большей регулярностью, нежели полуправильные звезды. Таким образом, между двумя подклассами существуют реальные физические различия.

Относительно регулярную кривую блеска имеют лишь немногие мириды. Для большинства же звезд этого типа изменение блеска отмечено различными иррегулярностями, которые с одинаковой вероятностью могут встречаться как на восходящей ветви кривой, так и на нисходящей, и не имеют периодичностей. Кривые блеска мирид можно разделить на три типа:

I — одна из ветвей кривой идет круче, чем другая;

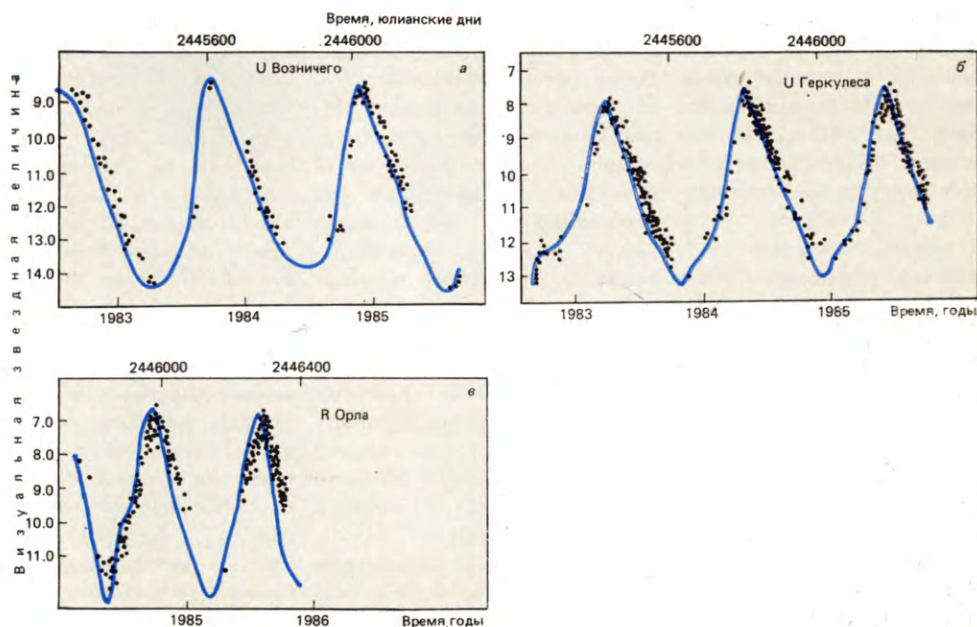
II — кривая блеска более или

менее симметрична;

III — кривая блеска имеет «горб» на одной из ветвей, либо — крайний случай — у нее два максимума в течение одного периода.

У полуправильных переменных обычно нет устойчивой формы кривой блеска. Подчеркнем и то, что наблюдения многих звезд носят отрывочный характер, а следовательно, систематические наблюдения полуправильных переменных представляют значительный интерес.

Если сравнить кривые блеска звезд типа Миры Кита и кривые блеска полуправильных переменных, видно, как сильно они различаются. Надо сказать, все долгопериодиче-



Кривые блеска мирид, полученные по визуальным наблюдениям астрономов-любителей — членов Французской ассоциации наблю-

дателей переменных звезд. Форма кривых меняется от одного цикла переменности к другому, высота максимумов также различна.

ские переменные очень удобны для визуальных наблюдений с помощью бинокля, подзорной трубы или небольшого телескопа. В максимуме они достигают 5-й — 7-й звездной величины, а длинные периоды позволяют наблюдать несколько звезд одновременно.

Разнообразные физические процессы, протекающие в недрах и в особенности в оболочках этих звезд, безусловно, отражаются на их кривых блеска. У большинства мирид (например, у R Льва, U Ориона, U Геркулеса) изменяется высота максимума. А у звезды U Геркулеса может меняться положение и форма «горба» на восходящей ветви, иногда «горб» исчезает совсем. Аналогично ведет себя кривая блеска звезды R Льва. В свою очередь у R Орла очень сильно изменяется период. А поскольку периоды нестабильны у многих мирид, то важное значение имеют плотные ряды наблюдений, позволяющие точно определить момент наступления максимума.

Не менее интересны полуправильные переменные. Изменяющиеся, как правило, на 1,5—2^м, они дают возможность со скромными наблюдательными средствами проследить весь ход кривой блеска — от максимума до минимума — и уточнить период, который чаще всего установлен с большой ошибкой. К тому же у этих звезд в изменениях блеска могут существовать дополнительные периоды, отличающиеся от основного в целое число раз: $P/2$, $P/3$ и так далее. Эти периоды можно выделить, только имея непрерывный ряд последовательных наблюдений.

ПУЛЬСАЦИИ И УДАРНЫЕ ВОЛНЫ

До сих пор мы не рассматривали физические процессы, приводящие к изменению блеска долгопериодических переменных. Одна из возможных причин колебаний блеска — **пульсации звезд**. Теория пульсаций хорошо объяснила переменность цефеид. Но механизм, приводящий к колебаниям блеска мирид, до сих пор точно не установлен. Одна из гипотез объясняет пульсации подобных звезд неустойчивостью ядерных реакций горения гелия в сферическом слое в недрах звезды, а на поверхности эта неустойчивость проявляется в виде колебаний.

При пульсациях поверхности звезды в ее атмосфере могут образоваться **ударные волны**. Поясним, что это такое. Возмущения небольшой силы передаются в газе в виде звуковых волн. Если, например, создать в каком-либо месте пространства избыточное (по отношению к окружающей среде) давление, то оно передастся, вследствие теплового движения молекул, частицам в соседних областях пространства; те, в свою очередь, передадут избыток давления соседям и так далее. Скорость звука в газе поэтому соответствует средней скорости тепловых движений молекул газа, и в атмосферах мирид, где $T \approx 1000\text{—}2000\text{ K}$, скорость звука составляет 1,5—3 км/с (напомним, что в земной атмосфере у поверхности эта скорость равна 0,33 км/с).

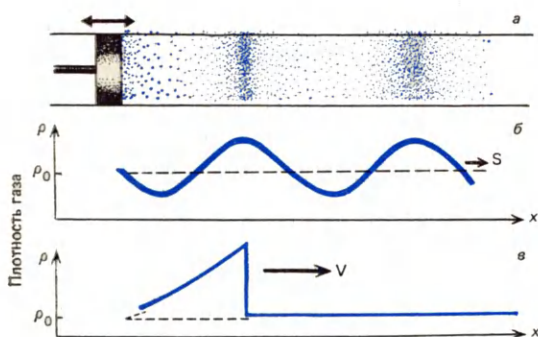
Если слою газа придать скорость движения, превышающую скорость звука, то возникнет качественно иное

явление. Этот слой газа полетит, нагревая впереди себя все новые и новые порции газа, подобно тому, как снежная лавина, несущаяся вниз по склону горы, создает впереди себя все увеличивающийся снежный вал. Плотность газа на границе «вала» нарастает скачком — такой «вал» как бы ударяет по спокойному, невозмущенному газу, ускоряя его. Поэтому поверхность, где происходит скачок, называют **ударным фронтом**, а само явление сверхзвукового распространения скачка плотности — **ударной волной**.

ЭМИССИОННЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЛИНИИ

Имеются данные астрономических наблюдений, которые показывают, что в оболочках мирид распространяются ударные волны. В спектрах этих звезд наблюдаются многочисленные линии поглощения, характерные для холодного газа — линии слабовозбужденных атомов и молекул. Главная особенность таких спектров — мощные полосы молекул окиси титана TiO . Однако время от времени вид спектра мирид заметно изменяется. Вблизи минимума блеска вспыхивают эмиссионные линии водорода, ионизованного железа и других элементов, а интенсивность полос поглощения окиси титана начинает падать. Звезда увеличивает свой блеск, проходит максимум, после чего эмиссионные линии в спектре слабеют и на нисходящей ветви кривой блеска пропадают; полосы TiO , напротив, усиливаются. В следующем минимуме цикл начинается снова.

Такое поведение спектра



Нейтральный газ, TiO

Механизм возникновения волн в газе можно проиллюстрировать на примере поршня, который движется в трубе, заполненной газом. Если поршень совершает колебательные движения (со скоростью, меньшей, чем скорость звука s), в трубе возникает звуковая волна, состоящая из периодических сгущений и разрежений газа (а). Плотность газа вдоль трубы меняется при этом так, как показано на графике (б). Если же поршень совершает резкое короткое движение со скоростью v , большей чем s , в трубе начинает распространяться с той же скоростью скачок плотности — ударная волна (в). Пульсирующая поверхность мириды также действует подобно поршню, создавая в атмосфере звезды сферическую ударную волну (г)

можно объяснить прохождением ударной волны через атмосферу мириды. При колебании поверхности звезды, в тот промежуток времени, когда поверхность движется наружу со сверхзвуковой скоростью, над ней возникает ударный фронт в виде сферы, центр которой совпадает с центром звезды. Скорость ударной волны вначале велика, 60—100 км/с, то есть в десятки раз превышает скорость звука. С удалением от поверхности волна постепенно расходует свою энергию. Примерно половина энергии волны уходит на ускорение все новых и новых слоев газа, вторая половина — на нагрев его. При большой скорости волны газ за ее фронтом нагревается до высокой температуры. Эта температура зависит от скорости волны и может принимать значения от 15—20 тыс. К (при скорости в 30 км/с) до 100 тыс. К (при скорости в 100 км/с). В газе за фронтом волны происходит диссоциация (распад) молекул и ионизация нейтральных атомов. Исчезновение молекул окиси титана за фронтом приводит к ослаблению полос TiO и как бы просветляет атмосферу звезды в визуальной области спектра — блеск звезды нарастает. В то же время ионизованные атомы водорода и металлов рекомбинируют с электронами, что сопровождается сильным излучением в линии этих элементов — только в линии водорода ($H\alpha$) может излучаться до 1% всей светимости звезды!

Но вот звезда заканчивает полупериод своих колебаний. Ее поверхность начинает спадать, радиус уменьшается. За это время ударная волна успе-

вайт уйти от поверхности на несколько радиусов звезды. Запас энергии волны иссякает, ее скорость падает до 10—15 км/с. Такая волна уже не способна нагреть газ настолько, чтобы вызвать ионизацию. Газ, ускоренный волной, тормозится, а затем под действием сил тяготения начинает «оседать» обратно к поверхности. Остывание газа приводит к рекомбинации атомов и к восстановлению молекул TiO. Вследствие этого эмиссионные линии пропадают, а блеск звезды уменьшается. И тогда же, вблизи минимума, звезда начинает очередной цикл колебаний, ее поверхность «вспухает» и посылает в атмосферу новую ударную волну — все повторяется сначала.

Можно сказать, что минимум блеска мириды — это, по видимому, и есть ее нормальное, обычное состояние; а максимум блеска — «возбужденное», которое быстро проходит, как только исчезает источник возбуждения — ударная волна. Такая картина позволяет легко понять и различия в высоте максимумов блеска у одной и той же мириды, а также сдвиги максимумов во времени относительно ожидаемых моментов: ударная волна «отправилась в путь» чуть позже или чуть раньше, ее скорость была больше или

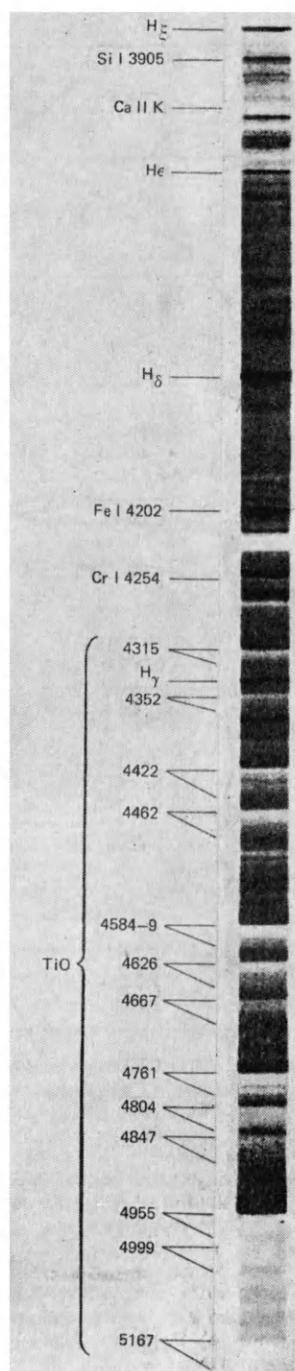
меньше, чем в предыдущем цикле, — соответственно большим или меньшим оказалось ее разрушительное воздействие на атмосферу звезды.

Заметим еще, что у мириды сильно меняется только оптический блеск. Если же брать болометрическую звездную величину (то есть суммарную в широком диапазоне длин волн, включая инфракрасную область), то она меняется мало. Молекулы TiO — своеобразный клапан для оптического излучения; их появление или исчезновение приводит в конечном счете лишь к перераспределению излучаемой энергии между разными диапазонами спектра.

В спектрах полуправильных долгопериодических переменных эмиссионные линии наблюдаются очень редко. Вероятно, пульсируют эти звезды слабее, и сильных ударных волн в их атмосферах нет. Поэтому и амплитуда колебаний их блеска меньше, поскольку молекулы TiO присутствуют почти постоянно.

ОКОЛОЗВЕЗДНЫЕ ОБОЛОЧКИ

Ударные волны приводят еще к одному следствию, очень важному для звезды. Они как бы расталкивают, разгоняют газ, из которого состоит атмосфера, противодействуя силе тяжести. В резуль-



Оптический спектр Миры Кита вблизи минимума блеска (негатив). Яркие эмиссионные линии балмеровской серии водорода H_γ , H_δ , H_ϵ выглядят темными. В правой части спектра выделяются полосы поглощения молекулы TiO (более светлые). Спектр взят из «Атласа звездных спектров» Моргана, Кинэна и Келлман

тате атмосфера становится очень протяженной и слабо связанной со звездой. Сами по себе ударные волны не могут унести заметное количество газа. Но достаточно еще лишь небольшого воздействия — и раздутая атмосфера начнет улетучиваться в межзвездное пространство. Тут важную роль может сыграть околозвездная пыль.

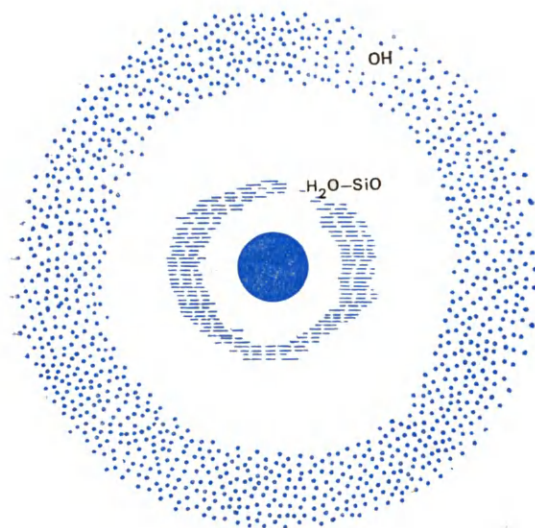
На расстояниях порядка 10 а. е. от поверхности звезды газ уже достаточно холодный, его температура не превышает 1000 К. Ударные волны сюда если и доходят, то очень ослабленными. В таких условиях начинается конденсация атомов и молекул (окислов кремния и металлов) в твердые частицы — пылинки. Эти пылинки под давлением излучения звезды постепенно ускоряются наружу. Сталкиваясь с атомами и молекулами, они увлекают за собой газ. В результате возникает истечение вещества из атмосферы. На смену ему выносятся газ из внутренних частей атмосферы, но и его постигает та же

участь. Таким образом, звезда **теряет массу**. Скорость уменьшения массы может быть значительной, 10^{-6} — 10^{-5} $M_{\odot}$ /год. В межзвездную среду из мириды попадает огромное количество пыли и атомов тяжелых элементов, что существенно влияет на состав и структуру межзвездного газа. Недаром в одной из наиболее общепринятых гипотез о происхождении межзвездной пыли источником ее считаются атмосферы красных гигантов.

Очевидно, что стадия интенсивной потери вещества не может продолжаться долго: за сотню тысяч лет звезда с массой порядка солнечной успеет растратить значительную часть своего вещества. Поэтому и срок жизни звезды в виде красного пульсирующего гиганта сравнительно непродолжителен. В конце концов произойдет полный сброс внешних слоев звезды и останется горячее компактное ядро — белый карлик, — окруженное протяженным облаком светящегося газа, или планетарной туманностью.

В процессе уноса вещества вокруг мириды образуется расширяющаяся газопылевая оболочка, скорость ее разлета достигает нескольких километров в секунду. Околзвездная оболочка имеет довольно низкую температуру, ниже 1000 К. Концентрация газа там невелика, порядка 10^{12} частиц на 1 см^3 во внутренних слоях, а дальше от звезды она меняется обратно пропорционально квадрату расстояния. Большая часть водорода объединена в молекулы H_2 . Кроме H_2 в оболочках мирид, богатых кислородом, присутствуют молекулы, содержащие атом О (CO , OH , H_2O , SiO). Сама оболочка ничем не проявляет себя в оптической области спектра. Ее присутствие обнаруживается главным образом по линиям поглощения CO , OH и H_2O в инфракрасном диапазоне.

Кроме того, очень интересную информацию об околзвездной оболочке можно получить в радиодиапазоне. Наблюдения на волнах 2,6 мм и 1,3 мм показали, что многие ми-



Строение околзвездной оболочки мириды-мазера. Кружок в центре — фотосфера (видимая в оптическом диапазоне поверхность звезды). Черточками показана область оболочки, где возникают лазерные эмиссионные линии молекул H_2O и SiO ; примерно на том же расстоянии от фотосферы температура газа снижается настолько, что в газе конденсируются пылевые частицы. Масштаб на рисунке не соблюдается; фотосфера мириды имеет радиус 1—2 а. е., оболочка H_2O — SiO расположена на расстоянии 6—10 а. е. от центра звезды, а внешний радиус оболочки OH достигает 1000 а. е.

риды — это источники излучения в линиях молекулы CO. У некоторых звезд удалось измерить и угловые диаметры излучающих областей — они соответствуют линейным размерам в сотни и тысячи астрономических единиц.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАЗЕРЫ

Самым же неожиданным оказалось мощное мазерное излучение долгопериодических звезд в линиях молекул OH, H₂O и SiO. У молекул OH оно происходит в линиях на волне 18 см, у H₂O — 1,35 см, у SiO — в миллиметровом диапазоне на волнах 7 мм, 3,5 мм и более коротких. Условия в околозвездной оболочке таковы, что верхние уровни соответствующих квантовых переходов у этих молекул оказываются перенасыщенными по отношению к нижним уровням (то есть имеет место постоянная действующая «накачка» молекул на верхние уровни). Если через слой газа, подготовленный таким образом, проходит радиоизлучение с частотой, равной частоте «накачанного» перехода, то оно вызывает цепную реакцию индуцированных переходов в молекулах; в результате излучение многократно усиливается. Аналогичный процесс имеет место в лабораторных квантовых генераторах — лазерах и мазерах.

Всего мазерное излучение гидроксила было найдено примерно у трехсот долгопериодических переменных. Излучением молекул воды и (или) окиси кремния обладают около ста звезд. Почти все они расположены не дальше 300—500 пк от Солнца. Чувствительность современных радиотелескопов не позволяет

обнаруживать мириды-мазеры на больших расстояниях, хотя есть основания предполагать, что практически все известные мириды спектрального класса M (то есть богатые кислородом и имеющие в оболочках кислородосодержащие молекулы) могут быть источниками мазерного излучения.

Условия для возбуждения молекул OH, H₂O и SiO различны, поэтому мазеры, порождающие линии этих молекул, расположены на разных расстояниях от звезды: H₂O и SiO — во внутренних частях оболочки, ближе всего к звезде; а OH — в самых внешних. Такое распределение подтверждается непосредственными наблюдениями с высоким угловым разрешением околозвездных мазеров в миридах (сотые и тысячные доли секунды дуги). Эти наблюдения выполняются на радиointерферометрах со сверхдлинными базами (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 4.— Ред.).

Молекулы в околозвездной оболочке чутко реагируют на изменение окружающих условий (переменность излучения звезды, прохождение ударной волны и т. д.). Все три вида околозвездных мазеров — OH, H₂O и SiO — обладают переменностью излучения. Изменения их интенсивности, несомненно, связаны с переменностью звезды, но природа этой связи еще далеко не выяснена. Более или менее ясно только, что «накачка» молекул OH осуществляется инфракрасным излучением звезды. При переменности излучения звезды меняется и интенсивность эмиссии OH, причем изменения мазера повторяют изменения блеска звезды — с некоторым опоз-

данием, соответствующим времени распространения излучения от звезды до внешних границ околозвездной оболочки (несколько суток или десятков суток).

Связь переменности мазеров SiO и H₂O с переменностью самих звезд также прослеживается, но она сложнее. Максимум мазерного излучения обычно наступает через 2—3 месяца после максимума визуального блеска, однако не в каждом цикле переменности звезды. Интенсивные вспышки мазеров чаще бывают связаны с более яркими максимумами. Временами мазерное излучение (в особенности излучение H₂O) ослабевает или даже пропадает на один-два периода оптической переменности (как это случилось в конце 1970-х годов с миридой U Ориона). Можно предполагать, что мазеры очень чувствительны к воздействию ударных фронтов, проходящих во внутренней области оболочки. Но информации для решения этой задачи пока недостаточно — ведь мириды наблюдаются в линиях H₂O и SiO лишь 10—15 лет, то есть в течение 10—15 циклов переменности, причем в данных о мазерном излучении многих из них есть большие пробелы. Вот почему так важны систематические параллельные наблюдения мирид в разных участках спектра — в радиолиниях молекул, в оптическом и в инфракрасном диапазонах.

Происхождение Солнечной системы



Доктор физико-математических наук
А. В. ВИТЯЗЕВ
Кандидат физико-математических наук
А. В. КОЗЕНКО
(Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР)

В последние годы достигнут существенный прогресс в понимании процессов, которые привели к формированию Солнечной системы. В значительной мере это связано с интенсивными исследованиями межзвездной среды, молекулярных облаков, процессов образования и эволюции звезд.

Еще в древности человека интересовал вопрос о том, как возник мир, в котором он живет. Мифы и легенды о сотворении мира дают нам примеры первобытного мышления. Освещают этот вопрос и различные религиозные учения. В наше время, когда научные представления о мире чрезвычайно расширились, формирование научных космогонических концепций стало еще более актуальным.

Действительно, как и из какого вещества образовалась такая планетная система, в которой на одной из планет появилась и стала развиваться жизнь, в том числе и разумная? Современная наука рисует нам картину спонтанного возникновения Вселенной из вакуума. Вещество на ранних стадиях ее эволюции было очень плотным и горячим. Затем, по мере расширения Все-

ленной и падения температуры, произошел синтез легких элементов: в основном водорода (75%) и гелия (25%). Небольшие возмущения плотности в

В письмах читателей нашего журнала содержится много различных предложений, среди которых есть просьбы осветить состояние планетной космогонии. В одном из писем (его прислал из Одессы тов. Куперман) есть даже предложение объявить конкурс на лучшую космогоническую гипотезу о происхождении Солнечной системы. Поскольку научная космогоническая гипотеза — это результат обобщения данных астрономии, геофизики, геохимии, геологии и планетологии, редакция начинает публикацию серии статей по космогонии, которые познакомят читателей с современными проблемами происхождения космических объектов и их систем.

этом газе, состоящем из водорода и гелия, с течением времени увеличивались. Наблюдалась так называемая «гравитационная неустойчивость». Именно она привела, в конечном итоге, к формированию крупномасштабных неоднородностей вещества, которые затем проэволюционировали в галактики. Звезды первого поколения образовались путем конденсации первичного газа. Как раз в них на спокойной стадии эволюции в результате термоядерных реакций синтеза образовались химические элементы от углерода до железа. Более тяжелые элементы появлялись благодаря процессам вспышек новых и сверхновых звезд. Вспышки сверхновых выбрасывали в межзвездную среду тяжелые элементы. Поэтому звезды следующих поколений формировались из газа, уже обогащенного тяже-

лыми элементами (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 9.— Ред.). Именно из такого вещества сформировалось наше Солнце и планетная система.

Планеты, особенно земной группы, состоят в основном из тяжелых элементов, синтезированных в звездах. Да и мы сами состоим также из тяжелых элементов: если исключить водород, то человеческое тело на 65% состоит из кислорода, 18% — углерода, есть в нем и азот, натрий, магний, фосфор и многие другие элементы. Как сказал У. А. Фаулер, «...каждый из нас и все мы воистину в действительности являемся малой частью звездной пыли!». Подумать только, если бы не было звезд, не было бы ни растений, ни животных, ни человека. Но вопросы рождения и эволюции Вселенной относятся к космологии, а возникновение звезд — к звездной космогонии. Нас же будет интересоваться происхождение Солнечной системы и формирование ее устойчивой современной структуры.

Итак, любой предлагаемый сценарий образования Солнечной системы должен объяснить ее структуру и основные закономерности движения, а также строение планет, астероидов, комет, метеорных частиц. Важнейшие закономерности, которые должны получить объяснение во всяком сценарии, такие.

1. Движение всех планет происходит в одном направлении. Солнце вращается вокруг своей оси в том же направлении, причем ось его вращения почти перпендикулярна к центральной плоскости планетной системы. Вращение большинства планет и их спутников (за исключением Венеры и Урана)

происходит в том же направлении.

2. Всегда соблюдается правило Тициуса — Боде: возрастание расстояний планет от Солнца подчиняется определенной закономерности.

3. Все планеты делятся на две группы: планеты земной группы — сравнительно небольшие небесные тела с высокой плотностью, содержащие в основном тяжелые химические элементы и медленно вращающиеся, и планеты-гиганты — тела больших размеров, быстро вращающиеся, но имеющие малую плотность и состоящие в основном из легких химических элементов.

4. Существует пояс малых планет между орбитами Марса и Юпитера; наличие или отсутствие у планет спутников, спутниковых систем и колец.

5. Момент количества движения в Солнечной системе распределен так: Солнце, содержащее 99% всей массы системы, обладает менее 2% момента количества движения, остальные 98% момента принадлежат планетам.

6. Наблюдаются большие вариации химического состава планет и их спутников, разные типы метеоритов, астероидов, комет.

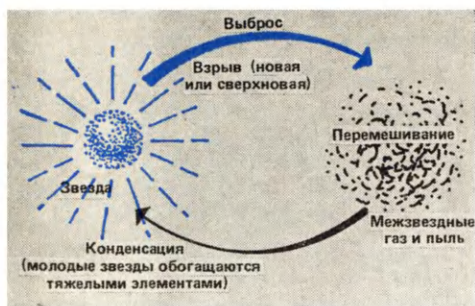
Конечно, в небольшой статье невозможно сколько-нибудь полно осветить все эти вопросы. Остановимся лишь на важнейших из них.

ФОРМИРОВАНИЕ СОЛНЦА И ГАЗОПЫЛЕВОГО ПРОТОПЛАНЕТНОГО ОБЛАКА

Закономерности, о которых говорилось выше, указывают на совместное формирование центральной звезды (Солнца) и планет в едином процессе,

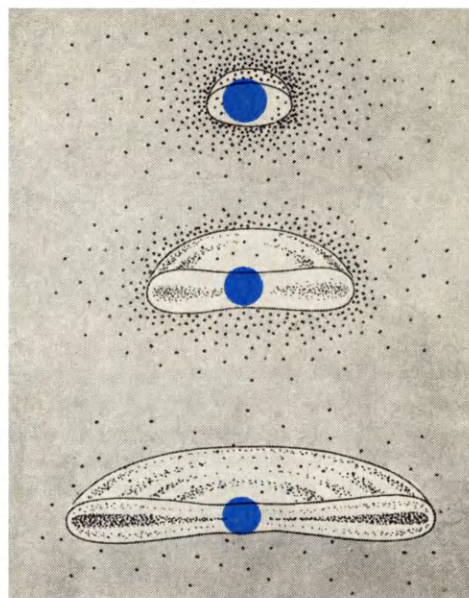
представления о котором положены в основу современного космогонического сценария. Наблюдения межзвездных и молекулярных облаков дают обширную информацию об областях интенсивного звездообразования. Звезды солнечного типа образуются вследствие конденсации, возникающей в результате действия сил гравитационного притяжения холодных и плотных фрагментов молекулярных облаков. Условие гравитационной конденсации для изначально однородного газа (без вращения) было получено видным английским астрофизиком Дж. Джинсом еще в 1902 году. Сравнивая два противоборствующих фактора: тяготение, стремящееся собрать вещество, и давление, стремящееся выровнять неоднородности, он определил условие начала конденсации. Она начинается, когда масса газа превышает некоторое критическое значение, называемое теперь массой Джинса.

Начавшее сжиматься массивное облако участвует в общем вращении Галактики и не может сжаться до высокой плотности из-за значительного момента вращения, приводящего к большим центробежным силам. Расчеты показывают, что в результате развивающейся неустойчивости возможен распад таких гигантских облаков на отдельные фрагменты. При этом большая часть момента вращения переходит в момент относительного движения фрагментов. Удалось вычислить: при сжатии облаков с моментами 10^{51} — 10^{52} г·см²/с у сжимающейся протозвезды формируется дискообразная оболочка. Однако создание детальной картины образования околозвездных дисков еще не



Обмен веществом между звездами и межзвездной средой

Образование солнечной туманности и протосолнца из медленно вращающегося облака



закончено. По имеющимся оценкам, диск начинает формироваться из внешнего экваториального слоя протозвездного ядра благодаря переносу момента вращения магнитным полем и разрастается под действием турбулентной вязкости. Турбулентность в основном поддерживается за счет выпадения вещества из оболочки на диск. Большая часть вещества, выпадающая на внешний край диска, захватывается им, способствуя более быстрому разрастанию диска. За 10^5 — 10^6 лет диск в такой модели вырастает до размера порядка радиуса современной Солнечной системы (40—50 а. е.) и имеет массу 0,05—0,1 $M_{\odot}$. Ядро, от которого передавался вращательный момент, сжимаясь, превращается в центральную звезду приблизительно за 10^6 — 10^7 лет.

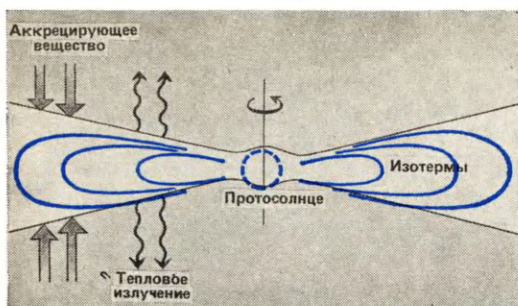
Важную роль в ранней эволюции диска играет активность молодой звезды — ее излу-

чение в рентгеновском и ультрафиолетовом диапазонах, общая светимость и интенсивность звездного ветра. Имеются свидетельства, что коротковолновое излучение молодых звезд солнечной массы может на порядок превышать интенсивность излучения современного Солнца в соответствующих диапазонах. В построенных моделях околосолнечного диска температура в центральной плоскости падает с расстоянием от Солнца и на расстоянии 1 а. е. составляет 300—400 К и лишь десятки градусов Кельвина на удалении в 10—20 а. е. Внешние, разреженные слои диска могли нагреваться коротковолновым излучением Солнца до очень высоких температур, что вело к рассеянию в межзвездное пространство его газовой составляющей. Этому процессу способствовал также интенсивный солнечный ветер.

КОНДЕНСАЦИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ РОЯ ПЛАНЕТЕЗИМАЛЕЙ

Основываясь на сходстве распространенности химических элементов (за исключением летучих¹) и сходстве изотопного состава большинства тел Солнечной системы, можно сделать вывод об их общем происхождении. Около 4,6 млрд. лет тому назад протосолнечная туманность разделилась на молодое Солнце и околосолнечный газопылевой диск. На внутреннем краю диска, вблизи Солнца, происходил процесс постепенного охлаждения. При этом имела место конденсация химических

¹ Летучесть — способность обращаться в газ при определенных температурах, чем ниже температура такого перехода, тем более летучим считается элемент.



Акреционный диск

соединений. Вначале конденсировались наиболее тугоплавкие, а затем все более летучие элементы. Общая масса конденсированного вещества в диске не превышала 1—2%.

В отличие от газа, зерна пыли оседали ближе к центральной плоскости диска. Расчеты показали, что пыль — ферромагнетизальные силикаты — оседала к центральной плоскости, преимущественно в зоне планет земной группы, а силикаты с ледяными мантиями — в зоне внешних планет. Происходило это в течение порядка 10^4 — 10^5 лет. В образующемся пылевом субдиске плотность достигала критического значения и наступала **гравитационная неустойчивость**. Субдиск разбивался на пылевые сгущения, вначале весьма разреженные. В результате гравитационного взаимодействия такие сгущения сталкивались, объединялись и уплотнялись, набирая массу за счет присоединения мелких сгущений и разрозненных пылевых компонент. За 10^5 — 10^6 лет масса этих планетезималей становится сравнимой с массой крупнейших современных астероидов. Плотность их вещества приближается к 1 г/см^3 .

Вблизи Солнца (орбита современного Меркурия) температура, по-видимому, не опускалась ниже 600 К. Ряд исследо-

вателей считает: планетезимали, образовавшиеся в этой области, были богаты металлическим железом. Дело в том, что при температуре выше 600 К железо и вода практически не взаимодействуют. Лишь ниже 400 К начинается образование оксидов. При дальнейшем понижении температуры вещество твердой фазы становится все более окисленным. В зоне пояса астероидов температура, вероятно, была достаточно низкой и обеспечивала эффективное взаимодействие ферромагнетизальных силикатов с парами воды, приводя к формированию **гидратированных силикатов**. В еще более отдаленных частях диска основную часть первичного конденсированного вещества составляли **межзвездные пылинки**. Возможно, они вошли практически неизменными в ледяную компоненту планетезималей, образовавшихся во внешних частях диска и считающихся предшественниками ядер современных комет. Ряд авторов полагают, что на стадии формирования околосолнечного диска заметная доля вещества из внутренних горячих областей могла перемещаться наружу. В этом случае охлаждение и конденсация происходили по мере перемещения газа во внешние области диска.

ЭВОЛЮЦИЯ РОЯ ПЛАНЕТЕЗИМАЛЕЙ И ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАНЕТ

Следующий этап аккумуляции планет из роя планетезималей занял гораздо больше времени. Кеплеровское вращение в первичном газопылевом диске привело к тому, что орбиты первичных планетезималей на начальной стадии были практически круговыми и лежали в средней плоскости. В дальнейшем, по мере роста планетезималей, происходило усиление взаимного гравитационного влияния увеличивающихся объектов и заметное изменение их орбит, выражавшееся в росте эксцентриситетов и наклонений.

Относительные скорости тел определялись их гравитационными возмущениями при сближениях и первоначально были весьма невелики — порядка 10—100 м/с. Столкнувшись при таких скоростях, тела астероидных размеров преимущественно объединялись. Расчеты показали, что скорости тел в диске планетезималей на этой стадии росли пропорционально радиусам крупнейших тел. Когда последние достигли размеров Луны, скорости возросли до 1 км/с и вследствие этого тела стали дробиться при соударениях. Однако большие планетезимали своим тяготе-

нием удерживали осколки и продолжали расти, присоединяя к себе другие тела. Эти результаты модельных расчетов согласуются с данными о распределении тел по массам и размерам в поясе астероидов и статистикой кратеров на Луне, Меркурии и отдельных спутниках, поверхности которых еще сохраняют память о заключительных этапах аккумуляции.

Самые крупные тела росли быстрее других и стали зародышами будущих планет. Они эффективно поглощали вещество, оказавшееся на их пути. Рост их массы сопровождался расширением зон гравитационного влияния и зон «питания». Им становилось тесно, и меньшие из них превращались из поглощающих в поглощаемые. По мере роста протопланет, «вычерпывающих» меньшие тела в своих зонах «питания», их орбиты снова становились почти круговыми, а благодаря статистическому усреднению орбитальных характеристик поглощаемых тел орбиты оставались лежащими в средней плоскости. При исследовании этого этапа эволюции Солнечной системы все чаще используется моделирование на мощных ЭВМ. В настоящее время при численном моделировании одновременно определяются распределения масс и скоростей для тысяч допланетных тел, объединяющихся затем в небольшое число крупных планет. Результаты моделирования для зоны планет земной группы подтвердили не только характер распределения относительных скоростей на заключительном этапе роста планет (то есть эксцентриситетов и наклонов орбит), но и общее время аккумуляции Земли

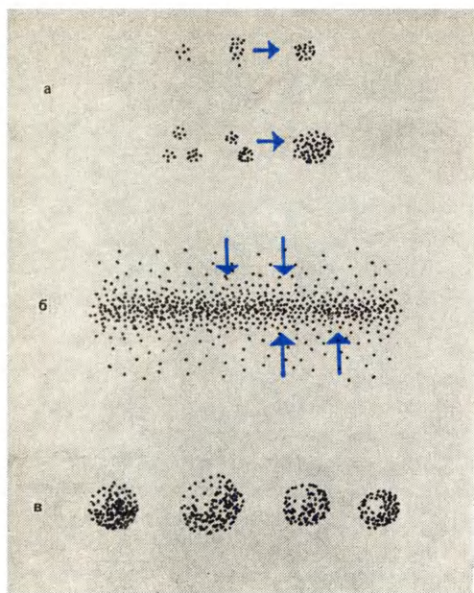
($\sim 10^8$ лет), которое оценено аналитически в работах советского астронома В. С. Сафронова. Полученные расстояния между планетами, их массы, средние значения периодов собственного вращения и наклонов осей удовлетворительно согласуются с наблюдениями.

Процесс образования планет-гигантов осложнялся длительным присутствием газовой компоненты и эффективным выбросом вещества во внешние зоны и даже за пределы Солнечной системы. Согласно современным моделям, образование Юпитера и Сатурна протекало в два этапа. На первом, длившемся десятки миллионов лет в области Юпитера и около ста миллионов лет в области Сатурна, происходила аккумуляция твердых тел, подобная той, что была в зоне планет земной группы. Когда крупнейшие тела достигали некоторой критической массы (порядка $3-5 M_{\oplus}$), начался второй этап эволюции — аккреция газа на эти тела, длившаяся, по-видимому, не менее 10^5-10^6 лет. Дело в том, что под действием мощного корпускулярного солнечного ветра и коротковолнового излучения молодого Солнца газ из зоны планет земной группы рассеялся за время порядка 10^7 лет. Однако в зонах Юпитера и Сатурна часть газа не успела диссипировать в межзвездное пространство, поэтому Юпитер, и (в меньшей степени) Сатурн смогли «захватить» этот газ, составивший значительную часть их массы. Образование твердых ядер Урана и Нептуна, находящихся на больших расстояниях, заняло сотни миллионов лет. К тому времени газ из их зон

был уже практически потерян. Температуры в этой внешней части Солнечной системы были менее 100 К, и, значит, кроме силикатной компоненты в составе этих планет и их спутников много конденсатов воды, метана и аммиака.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ И МАЛЫХ ТЕЛ

Формирование спутников планет — закономерный результат процесса аккумуляции планет. В настоящее время значительно возрос интерес к планетам-гигантам, имеющим большое количество регулярных спутников (то есть спутников с прямым обращением, орбиты которых имеют малые эксцентриситеты и незначительные наклоны к экваториальной плоскости планеты). Особый интерес вызывают кольца, находящиеся в пределах зон Роша и состоящие из мириад мелкий льдистых обломков. Согласно существующим моделям, в ходе формирования планеты часть падающего вещества может быть захвачена на околопланетную орбиту, образуя околопланетный допланетный диск. В общих чертах процессы переноса вещества и момента в этих дисках схожи с таковыми в аккреционных околозвездных дисках, однако имеются и значительные отличия. Оценки показывают, что характерные времена аккумуляции и разрушения небольших спутников при дроблении много меньше характерного времени образования самой планеты. Вещество в допланетных дисках неоднократно обновлялось, прежде чем смогла образоваться устойчиво устойчивая спутни-



Формирование планетезималей (три стадии а, б, в)

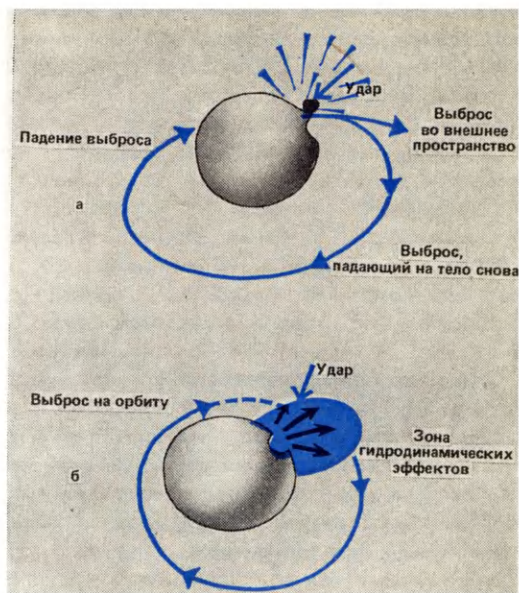


Схема образования спутника планеты вследствие удара о ее поверхность крупного космического тела

ковая система. Пока не вполне ясно: являются ли кольца остатками разрушившихся спутников, попавших в зону приливного разрушения, или это прерванный процесс объединения ледяных осколков?

Происхождение нерегулярных спутников планет-гигантов, вероятно, можно объяснить действием столкновительного механизма захвата. Такое же происхождение, скорее всего, имеют и спутники Марса. Орбита ближайшего к планете спутника (Фобоса) быстро эволюционирует и примерно через 50 млн. лет он должен столкнуться с Марсом. По-видимому, Фобос и Деймос — последние из некогда многочисленных, но затем утраченных спутников Марса.

У Меркурия и Венеры в настоящее время нет спутников. Однако расчеты показали, что если даже эти планеты их имели, то вследствие приливной эволюции они должны были упасть на планеты. Поэтому отсутствие многочисленных спутников не может рассматриваться как некое обязательное условие при построении теории происхождения спутников планет земной группы.

Наибольшее внимание теоретиков привлекает загадка образования спутника Земли Луны. Как показала в своих работах доктор физико-математических наук Е. Л. Рускол, в процессе роста нашей планеты какая-то часть частиц, сталкиваясь, могла собраться в довольно крупные тела около-

земного роя. Объединяясь, эти тела при достаточно большой массе роя способны сформировать несколько крупных спутников, которые вследствие приливной эволюции могли образовать Луну. Такая модель имела ряд преимуществ перед гипотезой отделения Луны от Земли или гипотезой захвата Луны на околоземную орбиту. Однако расчеты, проведенные С. В. Маевой, Г. В. Печерниковой, А. В. Витязевым, показывают, что путем неупругих столкновений захватывается не больше чем 10^{-4} — 10^{-5} от массы планеты. Этого вполне достаточно для формирования спутниковых систем планет-гигантов, но не спутника Земли. Ряд исследовательских групп сейчас пытается построить

компромиссную модель, по которой большая часть вещества в околоземный рой поступила в результате столкновения протоземли с крупным телом, размеры его могли быть близки к размерам Меркурия или даже Марса. Группа из университета в Киото (Япония), возглавляемая профессором Хаяши, полагает, что можно допустить и захват Луны в «готовом виде», если предположить, что планеты земной группы сформировались в присутствии газовой компоненты. Тогда эти планеты должны были также захватить и мощные газовые атмосферы.

Однако большинство исследователей полагает: на заключительных стадиях образования планет земной группы газа в этой зоне уже не оставалось. Это подтверждается исследованиями метеоритного вещества, в котором были обнаружены зерна, облученные солнечными космическими лучами. Имеются указания, что такое облучение произошло до формирования родительских тел астероидов, осколками их и являются падающие на Землю метеориты. Ясно: газа между Солнцем и поясом астероидов во время облучения уже не было, так как достаточно тысячной доли от его первоначального содержания, чтобы полностью экранировать солнечное облучение.

Образование малых тел Солнечной системы составляет важную часть сценария происхождения Солнца и планет. Сейчас, по-видимому, нет сомнений в том, что астероиды и кометы представляют собой остатки роя «промежуточных тел». Простые оценки показывают: массы планет-гигантов еще до завершения их роста

стали настолько большими, что своим гравитационным воздействием могли очень сильно менять параметры орбит малых тел. В результате ледяные тела из зоны планет-гигантов «выметались» во внешние зоны Солнечной системы. Вследствие такого процесса, по-видимому, и образовалось кометное облако Оорта (Земля и Вселенная, 1988, № 1, с. 62.—Ред.).

Астероиды сохранились до нашего времени благодаря тому, что они движутся в широком промежутке между орбитами Марса и Юпитера. Ответственность за то, что здесь не сформировалась крупная планета, несет Юпитер. Крупные планетезимали его зоны способствовали удалению большей части первоначального вещества, а оставшиеся тела в поясе астероидов приобрели слишком большие относительные скорости и их столкновения вели к эрозии и катастрофическим разрушениям. По-видимому, лишь крупнейшие из современных астероидов образовались еще в эпоху формирования планетной системы. В большинстве своем астероиды — это продукты разрушения. Вследствие продолжающихся столкновений непрерывно пополняется запас мелких твердых частиц и пыли в Солнечной системе. Другой источник — испарение и распад кометных ядер. Исследования образцов внеземного вещества существенно расширяют наши знания о космическом пространстве и зачастую меняют представления о той или иной стадии формирования планетной системы. Много нового также ожидается от намеченных исследований спутников Марса и астероидов.

Происхождение Солнечной

системы — одна из фундаментальных проблем современного естествознания. Понятно, что дальнейшее понимание процесса происхождения планет может вести к радикальному переосмыслению данных о раннем состоянии и вероятных путях эволюции планет. В начале 50-х годов, когда представления о первично огненно-жидкой Земле сменила концепция изначально холодной Земли, трудно было предполагать, что уже через четверть века маятник качнется в обратную сторону, хотя и с меньшей амплитудой. Что же изменилось в наших взглядах?

На протяжении ряда лет оставался неясным вопрос о размерах крупнейших тел, существовавших на промежуточных стадиях формирования планетной системы. Многие полагали: уже на ранних стадиях будущие планеты в своих зонах «питания» значительно оторвались от соседей. Однако более детальный анализ, проведенный в конце 70-х годов А. В. Витязевым и Г. В. Печерниковой, показал: в системе многих тел, конкурирующих между собой в наборе массы, прежние асимптотические оценки неверны — массы крупнейших сближавшихся и сталкивавшихся тел могли быть сравнимыми. Именно учет сближений и столкновений протопланет с такими крупными телами позволил решить ряд принципиальных задач, давно стоявших перед планетной космогонией. Идея «мегаимпактов» или «макроимпактов», то есть столкновений Земли с телами тысячекилометровых размеров, привлекаемая теперь для объяснения образования Луны, срыва силикатной оболочки Меркурия и других за-

дач, получила свое обоснование. Недавние численные расчеты Дж. Везерилла (США) и С. И. Ипатова (СССР) дают надежду на получение более точных оценок масс этих крупных тел, а также вероятности их столкновений в ходе роста Земли.

Учет возможных сближений и столкновений протоЗемли с крупными телами показывает, что прежние оценки начальной температуры — это лишь нижний предел. В работах В. С. Сафронова, где размер крупнейших тел брался порядка 10—100 км, температура центральной области первичной Земли вследствие ударного нагрева получилась в 3—4 раза меньше температуры плавления вещества. Более поздние расчеты свидетельствуют: уже в ходе своего образования протопланеты испытывали значительный нагрев, дегазацию, плавление и дифференциацию, вызванные столкновениями с крупными телами. Описание же нового класса моделей начального состояния и ранней эволюции планет земной группы — предмет отдельной статьи.

В заключение подчеркнем основную идею, для детальной разработки которой понадобятся объединенные усилия разных специалистов: уже в ходе роста Земли значительно перестраивалась ее структура и зарождались первичные оболочки, то есть происходило все то, что подготовило длительную и весьма неспокойную последующую эволюцию Земли.

Информация

Открыты ли, наконец, планеты!

Канадские астрономы Брюс Кемпбелл и Гордон Уоккер из Доминионской астрофизической обсерватории (Виктория, провинция Британская Колумбия) совместно со Стивенсом Янгом из университета Британской Колумбии в Ванкувере сообщили об этом в июле 1987 года.

Открытие предшествовали шесть лет наблюдений на 3,6-метровом телескопе, принадлежащем Канаде, Франции и США и установленном в обсерватории на горе Мауна-Кеа (штат Гавайи, США). В ходе работ измерялась лучевая скорость различных звезд. Метод, который применили ученые, основан на использовании линий поглощения в близкой инфракрасной части спектра, он позволяет определять радиальную скорость звезд с точностью до 40 км/ч.

Из 16 изучавшихся звезд у двух периодические изменения радиальной скорости позволили предположить наличие компоненты, которая раньше никем не замечалась. Еще у десяти звезд такие же вариации радиальных скоростей говорят о наличии невидимых с Земли спутников — скорее всего, планет с массами не более чем в 10 раз превышающими массу Юпитера.

Наиболее достоверным кажется наличие планет у звезд ϵ Эридана и γ Цефея. Первая из них находится всего в 11 световых годах от Земли, являясь ближайшим к нам солнцеподобным объектом. ϵ Эридана представляет собой оранжевую звезду с массой в 0,75 $M_{\odot}$. Ее светимость составляет около трети солнечной. Звезда различима невооружен-

ным глазом непосредственно к югу от небесного экватора. Легче всего ее наблюдать в зимнее время. γ Цефея удалена от нас на 48 световых лет, но так как ее светимость в 8 раз превышает солнечную, она легче различима, чем ϵ Эридана. Вариации в радиальной скорости γ Цефея в течение нескольких лет позволили установить, что звезда испытывает воздействие невидимого нам тела, очевидно, планеты с массой в 1,7 массы Юпитера. Предполагаемая планета системы ϵ Эридана в 2—5 раз превышает по массе Юпитер.

Одновременно астрономы Роберт Харрингтон (из Морской обсерватории, США) и Дональд Маккарти (из университета штата Аризона, США) сообщили о том, что обнаружили вблизи слабой звезды Ван Бисбрук-8 объект с массой, более чем в 10 раз превосходящей массу Юпитера. Однако повторно наблюдать объект не удалось. Возможно, что это не планета, а звезда — «коричневый карлик» (Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 59. — *Ред.*).

Специалисты, обсуждавшие эти проблемы на объединенной конференции Американского и Канадского астрономических обществ в Ванкувере, признали, что работа Б. Кемпбелла с сотрудниками представляет собой довольно убедительное свидетельство существования планет вне Солнечной системы.

New Scientist, 1987, 114, 567

Биоспутники: вчера, сегодня, завтра



В. Б. ПИЩИК
(Институт
медико-
биологических
проблем
Министерства
здравоохранения
СССР)

326 суток продолжалась вахта космического долгожителя Юрия Романенко на орбитальном комплексе «Мир». Этому достижению в значительной степени способствовали медико-биологические эксперименты, проводимые на советских биоспутниках.

ВПЕРЕДИ ЧЕЛОВЕКА

В самом конце 40-х — начале 50-х годов, когда на горизонте начали вырисовываться еще расплывчатые контуры космического шага человечества, а космонавтика только вступала в свою практическую плоскость, встал вопрос о том, с чем же столкнется человек, дерзнувший отправиться в неизведанные просторы космоса. Забота о безопасности и здоровье человека в космосе постоянно присутствовала в трудах пионеров космонавтики. В преддверии полета человека в космос их догадки и предположения предстояло проверить и оценить, чтобы обеспечить максимальную безопасность и нормальные условия для плодотворной работы в космосе.

Многие факторы полета, которые могли воздействовать на человека в космосе, были воспроизведены на Земле. Труднее всего оказалось с невесомостью, которую создать в наземных условиях практически невозможно. И тут на выручку пришли испытанные помощники медиков и биологов — собаки. На них провели многочисленные эксперименты во время полетов ракет на высоты 110—450 километров (Земля и Вселенная, 1970, № 3, с. 15.—Ред.). Эти ракеты стали прообразами будущих биоспутников. Впервые ученые получили возможность изучить действие кратковременной невесомости (10—12 минут) на живой организм. Во время таких полетов у животных регистрировались частота пульса и ды-

хания, артериальное давление, снималась электрокардиограмма, проводилась киносъемка. Около пятидесяти собак совершили полеты на ракетах, причем многие из них неоднократно. В условиях динамической невесомости не было отмечено изменений, которые бы дали основание считать, что этот необычный для живых организмов фактор вызывает у них резкое нарушение физиологических функций и поведения. То было первое «прикосновение» к невесомости. Но встреча с «настоящей» невесомостью была еще впереди.

Осенью 1957 года на втором ИСЗ предстояло отправиться в космос **первому живому существу** — собаке Лайке. 3 ноября она стартовала в космос. В течение семи суток поступала информация о поведении и функциональном состоянии живого организма в условиях длительной невесомости. Лайка хорошо перенесла выход на орбиту и встречу с невесомостью. Показатели кровообращения и дыхания в период пребывания в невесомости подтвердили предположение ученых, что этот своеобразный фактор сам по себе не вызывает опасных изменений в состоянии физиологических функций животного. Это вселяло уверенность, что полет человека в космос осуществим.

Большое значение имел **суточный полет** собак Белки и Стрелки на космическом корабле-спутнике, проведенный в августе 1960 года. Впервые живые организмы, совершив полет в космос, благополучно возвратились на Землю.



Собака Лайка — первое живое существо, отправившееся в космический полет 3 ноября 1957 года

Успех эксперимента приблизил время непосредственного завоевания человеком космического пространства.

В ноябре 1960 года С. П. Королев в газете «Правда» писал: «В настоящее время уже имеются условия и средства, необходимые для того, чтобы советский исследователь мог совершить космический полет. Но следует накопить дальнейший практический опыт по запуску кораблей-спутников и осуществлению их благополучной и надежной посадки обратно на Землю».

В полетах трех последующих космических кораблей-спутников была значительно расширена программа физиологических исследований. У собак регистрировались биотоки мышцы сердца, частота пульса и дыхания, тоны

Собаки Ветерок и Уголек, совершившие 22-суточный космический полет на спутнике «Космос-110» в 1966 году



сердца, изменение объема сонной артерии и двигательная активность животных, температура тела. На Землю также передавалось изображение животных.

Медико-биологические исследования на ракетах и кораблях-спутниках стали настоящей «разведкой» космоса. Они позволили провести биологическую индикацию космических трасс и сделать научно обоснованный вывод: полет в космос возможен и может быть выполнен с необходимой степенью безопасности.

Вместе с тем первый полет человека в космос оставался во многом шагом в неизвестное. Сможет ли человек совершить космический полет и выдержать все присущие такому полету нагрузки? Некоторые ученые и специалисты утверждали, что человек не сможет перенести состояние невесомости. Более того, они полагали, что психика нормального человека не выдержит встречи с невесомостью, страха перед космической бездной.

Триумфальный полет Юрия Гагарина на космическом корабле «Восток» опроверг пессимистические прогнозы и показал — человек может летать в космос. А односуточный полет Германа Титова на космическом корабле «Восток-2» подтвердил, что человек не только способен перенести космический полет, но жить и успешно работать в космосе.

В первых, тогда еще кратковременных, полетах людей в космос медики и биологи получили ответы на многие вопросы, возникавшие в связи с полетами большей длительности. Впрочем и здесь исследования животных оказались необходимыми.

Важным шагом целенаправленного изучения воздействия невесомости на организм был 22-суточный эксперимент на спутнике «Космос-110» в 1966 году (Земля и Вселенная, 1966, № 4, с. 59.— Ред.). Это был рекордный по длительности срок пребывания живых существ — собак Ветерок и Уголек — в космическом пространстве. Тогда впервые выявились довольно существенные функциональные изменения в деятельности различных систем организма. После полета отмечались нарушения водно-солевого обмена, особенно кальциевого, атрофия мышц, изменения биохимического состава крови, нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы. И хотя все эти явления не угрожали жизни животных, носили обратимый характер и полностью исчезли в

течение непродолжительного времени после полета, стало очевидным, что для дальнейшего увеличения срока космических полетов человека, обеспечения их безопасности и надежного предотвращения неблагоприятного влияния невесомости требуется глубокое проникновение в суть происходящих в организме изменений. Необходимо познание механизмов действия невесомости на различных уровнях организации живых систем.

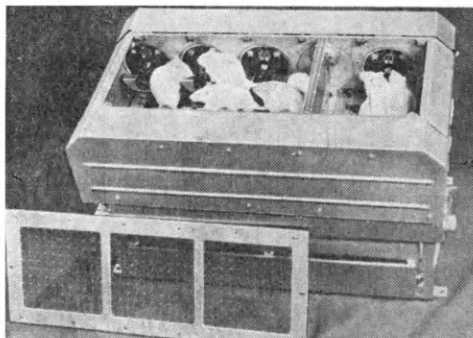
ЖИВОТНЫЕ НА БИОСПУТНИКАХ

В начале 70-х годов была разработана большая программа исследований живых объектов на специализированных биологических спутниках Земли серии «Космос» (Земля и Вселенная, 1978, № 4, с. 6.—Ред.). С 1973 года в Советском Союзе было запущено восемь биоспутников, с продолжительностью полетов от 5 до 22 суток. Исследования на них носили комплексный характер. Изучались биологические объекты различного уровня эволюционного и индивидуального развития.

Так, полет биоспутника «Космос-605» (1973 г.) стал как бы фоном для последующих целенаправленных исследований. В этом полете изучали влияние «чистой» невесомости на животных. Особое внимание уделялось структурным изменениям в системах организма, функционирование которых в наибольшей мере связано с воздействием земной силы тяжести.

На биоспутнике «Космос-690» (1974 г.) изучали комбинированное действие невесомости и радиации. Группа крыс в полете подвергалась облучению от бортового источника гамма-излучения. Такое облучение имитировало вероятное радиационное воздействие при возникновении мощной солнечной вспышки.

На борту биоспутника «Космос-936» (1977 г.) группа крыс исследовалась на бортовой центрифуге в условиях искусственной силы тяжести, равной земной. Послеполетные исследования показали, что искусственная сила тяжести предотвращала в определенной степени некоторые отрицательные последствия невесомости. Это позволяет считать искусственную гравитацию одним из перспективных средств для поддержания оптимального состояния организма человека в длительных космических полетах.



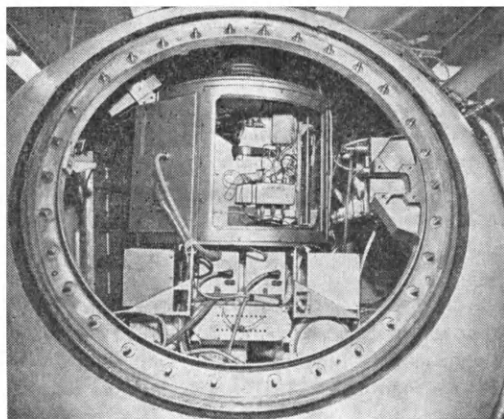
Блок «Биос» для группового содержания лабораторных крыс на борту биоспутников серии «Космос»

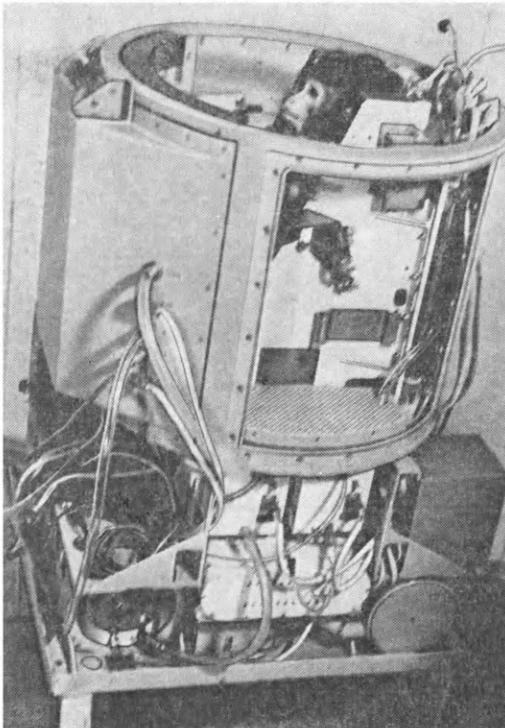
Фото А. Доценко

В экспериментах на биоспутниках также изучались и отдаленные последствия действия факторов космического полета. Для этого группа крыс-самцов, побывавшая в космосе, была оставлена в обычных лабораторных условиях до естественной смерти. Продолжительность их жизни оказалась не меньшей, чем у контрольных (нелетавших) животных. Потомство, полученное от скрещивания самцов полетной группы с нелетавшими самками через два месяца после возвращения на Землю, не отличалось от потомства контрольных живот-

Спускаемый аппарат биоспутника серии «Космос» с капсулой для содержания обезьяны

Фото А. Доценко





Обезьяна в специальной капсуле во время тренировок на Земле

Фото А. Доценко

ных ни по числу родившихся крысят, ни по весу при рождении, ни по динамике развития и устойчивости к различным воздействиям.

Перспективное значение имели эмбриологические эксперименты с группой беременных крыс-самок на биоспутнике «Космос-1514» (1983 г.). Часть периода развития плода прошла у них в условиях невесомости. После полета у крыс появилось нормальное потомство, что говорило о возможности развития плода млекопитающих при действии невесомости на материнский организм.

Для понимания изменений, происходящих у человека в период острой адаптации к невесомости, важными оказались результаты исследований на обезьянах во время полетов биоспутников «Космос-1514», «Космос-1667» (1985 г.) и «Космос-1887» (1987 г.). Ведь, несмотря на большое число данных, полученных во время пилотируемых полетов, далеко не

все еще ясно в механизме изменений, происходящих в первые часы и сутки космического полета, — в так называемый острый период адаптации к невесомости. Известно, что космонавты в это время испытывают целый ряд неприятных ощущений, влияющих на их общее состояние и работоспособность. Исследования на животных помогают ученым лучше оценить различные стороны происходящих явлений.

Много времени занимают отбор и подготовка обезьян к полету. Известных теперь всем обезьян Дрему и Ерошу, совершивших 13-суточный полет (самый продолжительный для приматов) на биоспутнике «Космос-1887», отобрали из 50 кандидатов, начавших подготовку за год до полета. Надо было приучить будущих космических путешественников к пребыванию в специальной капсуле, пользованию мундштуками для подачи пищи и соков. Во время полета обезьяны выполняли определенные действия по специальной программе: при появлении различных сигналов на находящемся перед ними табло надо было нажать тот или иной рычажок. Умение правильно выполнять программу вырабатывается на Земле и, естественно, не все одинаково хорошо осваивают эту науку. Уже в ходе полета специалисты оценивают, сохраняются ли у обезьян выработанные навыки, трудятся ли они в невесомости так же четко, как во время наземных тренировок. И следует отметить, что в космосе все обезьяны (а на советских биоспутниках совершили успешно полеты уже шесть макак-резусов) продемонстрировали завидное владение операторскими навыками.

Обезьяны, как известно, по своим анатомо-физиологическим данным наиболее близки к человеку. Используя сложную аппаратуру, тончайшие методы исследований (в том числе и различные датчики, введенные в структуры организма), удалось оценить некоторые количественные изменения в функционировании вестибулярного аппарата, перераспределении крови в организме, в динамике показателей функционального состояния мышц, метаболических сдвигах. Это позволяет не только контролировать происходящие в начальный период полета изменения в живом организме, но и более полно управлять процессом адаптации к невесомости.

Для содержания живых объектов на борту биоспутников и проведения научных исследо-

ваний была разработана оригинальная аппаратура, не имеющая аналогов в мировой практике биологических исследований в космосе. К такой аппаратуре относятся капсулы для обезьян и блоки одиночного и стадного содержания крыс в условиях длительной невесомости. По командам животным подавались пища и вода, убирались отходы, регулировался режим дня и ночи. На некоторых биоспутниках устанавливались центрифуги для создания искусственной силы тяжести, аппаратура для дозированного облучения крыс. В космосе также побывали оранжереи для выращивания растений и аквариумы для рыб.

Исследования на различных биологических объектах стали теми «кирпичиками», из которых складываются целостные представления о сложных взаимоотношениях живых организмов с космической средой. По мнению ученых, многие результаты, полученные на биоспутниках, можно отнести к числу фундаментальных. Прежде всего это данные о том, что невесомость не оказывает прямого повреждающего действия на внутриклеточные процессы, в том числе на механизмы передачи наследственной информации и клеточное деление. В тканях и органах животных не выявлено патологических или необратимых изменений, обусловленных влиянием невесомости. Эти выводы учитываются при медицинском обосновании возможности осуществления человеком длительных полетов.

Результаты исследования опорно-двигательного аппарата животных экспериментально подтвердили целесообразность применения в пилотируемых полетах динамических и статических физических нагрузок. Кроме того, они позволили обосновать некоторые рекомендации по выбору диагностических приемов оценки состояния опорно-двигательного аппарата человека в космическом полете и в период реадaptации.

Таким образом, реализация программы научных исследований на биоспутниках — это существенный вклад в решение многих текущих и будущих проблем космической биологии и медицины.

ЗАГЛЯДЫВАЯ В БУДУЩЕЕ

Перспективы развития космонавтики требуют создания на борту будущих космических аппаратов автономных искусственных экологических систем. В такие системы, обеспечиваю-



Обезьяны Дрема и Ероша после завершения космического полета

Фото А. Доценко

щие космонавтов всем необходимым в полете, должны быть включены различные растительные и животные организмы. Исследования на биоспутниках дают возможность понять, как, скажем, растения, птицы, рыбы, другие биологические объекты переносят космический полет, как они развиваются и живут в условиях невесомости. Это позволит специалистам выбирать те или иные организмы для использования в звеньях автономных экологических систем. Необходимо совершенствовать также методы контроля радиационной обстановки в космосе и на борту корабля, разрабатываются и перспективные системы противорадиационной защиты.

Исследования на биоспутниках вносят весомый вклад в понимание многих фундаментальных проблем естествознания, в частности вопроса о биологической роли гравитации. Известно, что вся эволюция живой материи на Земле, по крайней мере с возникновения клетки, проходила в условиях постоянной силы тяжести. Космические полеты открыли уни-

кальную возможность исследовать поведение и функции земных организмов в необычных условиях существования. Ученые получили своеобразный инструмент для изучения роли гравитации в осуществлении фундаментальных биологических процессов. Целостное впечатление о влиянии гравитации на живой организм может сложиться только из всесторонней оценки эффектов, исследованных на различных системах и на живых объектах разного уровня организации.

Новые возможности для проведения медико-биологических исследований в космосе открывает создание современной космической техники. Так, работающая сейчас на орбите советская космическая станция «Мир» позволяет сделать качественный шаг вперед. Одним из ее модулей возможно будет специализированная лаборатория для медико-биологических исследований.

В ней можно будет проводить медицинские и физиологические обследования космонавтов. Кроме того, в такой лаборатории планируются специальные отсеки для содержания животных и других биологических объектов. А выполнять эти исследования станут высококвалифицированные специалисты — врачи и биологи. После окончания эксперимента часть биоматериала и некоторые биологические объекты будут возвращаться на Землю для всестороннего изучения.

Недалеко то время, когда человек будет совершать еще более продолжительные космические рейсы, устремится к другим планетам. Наши знания и накопленный опыт, в том числе на биоспутниках, должны предотвратить неблагоприятные изменения в организме человека, помочь ему преодолевать барьеры невесомости.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

Загадки античной географии

В научно-популярной книге М. В. Агбунова «Античная лоция Черного моря» (1987 г.) читатель познакомится с описанием увлекательного путешествия вдоль побережья Понта Эвксинского — от Трапе-

зунта (теперь это территория Турции) до Фракийских берегов (нынешняя территория Болгарии). Известный римский писатель и общественный деятель Флавий Арриан, совершивший это путешествие во II веке н. э., свои личные наблюдения и впечатления отразил в древнейшей лоции Черного моря — «Перипле Понта Эвксинского» («перипл» переводится с греческого как «плавание вокруг»).

Следуя по маршруту Арриана, читатель получит сведения о геологической истории Причерноморья, узнает о том, какие важные географические изменения произошли здесь в последние тысячелетия, как море интенсивно наступая на сушу, изменяло контуры берегов и смывало античные города и поселения. Изменения эти породили множество загадок, касающихся и местонахождения крупнейших древних городов, и расстояний

между ними. Возможность решать все эти проблемы появилась только в последние десятилетия, когда в Причерноморье развернулись комплексные исследования геологов, палеогеографов, историков, археологов, палеоботаников и других специалистов.

Автор знакомит с палеогеографическими реконструкциями, согласно которым на черноморском побережье море за последние два тысячелетия покрыло огромные пространства суши, затопив многие населенные пункты. Для успешного развития античной географии Причерноморья, как подчеркивает автор книги, необходимо расширить подводные исследования, которые помогут полнее и детальнее понять, как проходили геолого-географические процессы в этом древнейшем море.



Яков Борисович Зельдович

Советская наука понесла тяжелую утрату. 2 декабря 1987 года скоропостижно скончался выдающийся советский ученый, крупнейший физик, трижды Герой Социалистического Труда, заведующий теоретическим отделом Института физических проблем АН СССР, академик Яков Борисович Зельдович.

Я. Б. Зельдович родился 8 марта 1914 года в г. Минске, прошел школу Ленинградского физико-технического института и Института химической физики АН СССР. Ученый широчайшего профиля Я. Б. Зельдович внес громадный вклад в становление современной теории горения и детонации, физики взрыва и ударных волн, ядерной физики и физики элементарных частиц, теории гравитации и космологии, астрофизики высоких энергий и рентгеновской астрономии. Неоценим вклад Я. Б. Зельдовича в обеспечение обороноспособности нашей Родины.

Начало научной деятельности Я. Б. Зельдовича связано с физической химией. Его работы в области адсорбции, катализа, кинетики химических реакций и гидродинамики вошли в золотой фонд науки. Большое значение для атомной проблемы имели его пионерские работы конца тридцатых годов по теории цепных ядерных реакций. Последние два десятилетия своей жизни Я. Б. Зельдович отдал теоретической астрофизике и космологии. Им получены крупнейшие результаты по теории «черных дыр» и нейтронных звезд, образованию крупномасштабной структуры Вселенной, теории ранней Вселенной и реликтового излучения. Эффекты, носящие имя Я. Б. Зельдовича, входят в программы наблюдений крупнейших радиотелескопов и обсерваторий мира, орбитальных рентгеновских обсерваторий. В институтах химической физики, прикладной математики, космических исследований, физических проблем Академии наук СССР, Государственном астрономическом институте при Московском государственном университете, во многих институтах промышленности работают научные школы, созданные Я. Б. Зельдовичем. До последних дней жизни он читал лекции студентам МГУ, руководил аспирантами, каждый день встречался с учениками, среди которых члены Академии наук СССР, профессора и доктора наук. Он автор прекрасных, основополагающих книг по многим областям физики и астрофизики.

Общепризнано влияние работ Я. Б. Зельдовича на развитие науки во всем мире, многие из полученных им результатов стали классическими, а его монографии — учебниками. Он был избран членом более десяти иностранных академий и научных обществ.

Коммунистическая партия и Советское государство высоко оценили заслуги Я. Б. Зель-

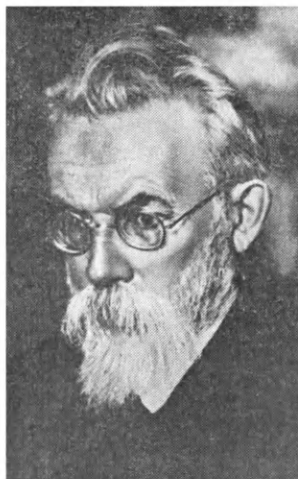


довича. Он трижды удостоивался звания Героя Социалистического Труда, награжден тремя орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, другими наградами. Я. Б. Зельдович — лауреат Ленинской и Государственной премий СССР.

Страстная преданность науке, чуткость и доброжелательность к людям снискали Я. Б. Зельдовичу заслуженное уважение и авторитет. Светлая память о выдающемся советском ученом Я. Б. Зельдовиче навсегда сохранится в сердцах советских людей.

М. С. Горбачев, В. И. Воротников, А. А. Громыко, Л. Н. Зайков, Е. К. Лигачев, В. П. Никитин, Н. И. Рыжков, Н. Н. Слюньков, М. С. Соколов, В. М. Чебриков, Э. А. Шеварднадзе, В. В. Щербицкий, А. Н. Яковлев, П. Н. Демичев, В. И. Долгих, Ю. Ф. Соловьев, Н. В. Талызин, Д. Т. Язов, А. П. Бирюков, А. Ф. Добрынин, А. И. Лукьянов, В. А. Медведев, Г. П. Разумовский, И. В. Капитонов, Г. И. Марчук, Ю. Д. Маслюков, Б. Л. Толстых, В. А. Григорьев, Л. Д. Рябев, В. А. Котельников, Е. П. Велихов, В. И. Ильичев, В. А. Коптюг, А. А. Логунов, Г. А. Месяц, Ю. А. Овчинников, П. Н. Федосеев, К. В. Фролов, А. Л. Яншин, Г. К. Скрябин, Н. Н. Боголюбов, М. А. Марков, А. М. Прохоров, А. П. Александров, Н. Г. Басов, А. С. Боровик-Романов, А. В. Гапонов, Грехов, В. И. Гольдманский, А. Д. Сахаров, И. М. Халатников, Ю. Б. Харитон.

«Правда», 5 декабря 1987 г.



К 125-летию со дня рождения

Владимир Иванович ВЕРНАДСКИЙ

В нынешнем году исполняется 125 лет со дня рождения Владимира Ивановича Вернадского, великого русского ученого, естествоиспытателя и мыслителя. Едва ли в истории мировой науки найдется ученый, равный ему по широте интересов, оригинальности и яркости идей, глубине знаний и плодотворности деятельности.

Окончив в 1885 году Петербургский университет и став кристаллографом и минералогом, Вернадский не ограничил свою деятельность только этими дисциплинами. В 1897 году он защищает докторскую диссертацию по кристаллофизике, на следующий год назначается профессором Московского университета, а через несколько лет избирается в Академию наук. Направлениями его исследований становятся и почвоведение, и геохимия, и учение о полезных ископаемых, и метеоритика, и общая геология, и история, и философия науки. Вдоль и поперек он изъездил Западную Европу, изучая рудники Польши, Чехословакии и Германии, исследуя древние вулканы Франции, базальты Исландии, огнедышащий Везувий. У себя на родине побывал с экспедициями на Урале, Керченском полуострове, нефтепромыслах Баку, в горах Кавказа, на Украине, Алтае и в Средней Азии.

В 1908 году Вернадский познакомился с явлением радиоактивности. И был одним из первых, кто оценил важность этого явления для практической жизни. Он публикует серию статей о радиоактивных минералах России, с большим трудом добывается средств на экспедиции для поиска таких минералов и сам возглавляет эти экспедиции.

По инициативе и под председательством Вернадского в 1915 году создается при Академии наук Комиссия по естественным производительным силам России (КЕПС). Это была первая в мире организация такого рода, от нее позднее — уже в советское время — отпочковалось немало научных институтов.

С именем Вернадского связано рождение Украинской академии наук, и именно он стал первым ее президентом.

В 1922 год — Владимир Иванович в Петрограде, возглавляет организованный им Государственный радиевый институт. 1923—1924 годы — читает лекции в Сорбонне и публикует «Очерки геохимии». 1926 год — выходит в свет замечательный труд Вернадского «Биосфера». Это вершина всей его замечательной деятельности: учение о биосфере — пронизанной жизнью земной оболочке — и ее преобразовании признано одним из крупнейших интеллектуальных достижений XX века.

В конце 30-х годов Владимир Иванович начал писать оригинальный труд «Научная мысль как планетное явление», в котором давал развернутую, блестящую по глубине и эрудиции картину эволюции биосферы и

перехода ее в ноосферу («сфера разума»).

За несколько лет до смерти (Вернадский умер 6 января 1945 года) ученый задумал главную книгу своей жизни, он хотел подвести в ней итоги неустанной работы в области естественных наук. Под названием «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» книга эта была опубликована издательством «Наука» только в 1965 году.

Труды Владимира Ивановича Вернадского не только не утратили со временем научной и философской ценности, но стали еще притягательнее: за последнее время в нашей стране и за рубежом необычайно возрос интерес к творчеству и личности Вернадского. «Молодым поколениям», — писал его ученик академик А. Е. Ферсман, — он всегда будет служить учителем в науке и ярким образцом плодотворно прожитой жизни».

Жизни и творчеству В. И. Вернадского посвящено немало печатных изданий. Среди них книги И. И. Мочалова «Владимир Иванович Вернадский» (М.: Наука, 1982), Р. К. Баландина «Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие» (М.: Знание, 1979), В. М. Корсунской и Н. М. Верзилина «В. И. Вернадский» (М.: Просвещение, 1975), сборники статей: «Воспоминания о Вернадском: к 100-летию со дня рождения» (издательство АН СССР, 1963), «В. И. Вернадский и современность» (М.: Наука, 1986). В журнале «Земля и Вселенная» неоднократно появлялись публикации, посвященные В. И. Вернадскому (Земля и Вселенная, 1974, № 4, с. 52; 1983, № 4, с. 42. — *Ред.*).

Космический масштаб земных явлений

Кандидат
философских
наук

Л. В. ГОЛОВАНОВ

Классика — если иметь в виду не только классическое наследие, но и самих ее творцов — не просто бессмертна. Она сохраняет свою злободневность, продолжает волновать умы и сердца новых и новых поколений, и мало того — со временем еще более привлекает к себе внимание всех мыслящих людей. Чем дальше уносит нас время от великих творцов, тем все с большим интересом обращаемся мы к ним, открывая в их творениях новые грани и стороны, имеющие непреходящую ценность. Мы восходим к ним, как к истине, по ступеням сущности, которая неисчерпаема, подобно миру или космосу. Таковы Галилей и Леонардо да Винчи, Данте и Шекспир, Бетховен и Пушкин... Таков и Владимир Иванович Вернадский.

«Он сумел увидеть Землю из космоса за полвека до первого космического полета, взглянуть на нее не только как на одно из тел Солнечной системы, но и различить континенты и океаны, горные породы и живые существа, минералы, атомы и молекулы, увидеть, что „человек впервые становится геологической силой, меняющей лик нашей планеты“» — так сказал о Вернадском вице-президент Академии наук СССР академик А. Л. Яншин.

Полвека назад Вернадский

уже осознал «коренную ломку научного мировоззрения». В своей знаменитой книге «Размышления натуралиста» он пишет о создании огромных новых областей знания, которые расширят до неузнаваемости «научно охватываемый космос» (сложившуюся к XX веку картину мира), об изменении научной методики (теоретических и эмпирических подходов к объектам исследования, способов проникновения в сущность явлений). Научное познание тогда едва начало обретать новое качество, смысл которого можно было лишь подчеркнуть эпитетом «космическое». Еще приборы и аппараты не вырвались за пределы атмосферы, еще поле измерений не раздвинулось до общепланетарных масштабов, а он уже писал: «Научно понять — значит установить явление в рамки научной реальности — космоса».

Удивительными могли тогда показаться такие слова: «Геолог должен исходить из эмпирического материала астрономии XX века...». И такие: «Самым последним, ныне нами переживаемым выявлением реальности было представление о положении человека в окружающем космосе» (книга «Химическое строение биосферы Земли и ее окружение»).

Подобные идеи Вернадского

выбивались из рамок привычных представлений, значительно опережали их. На эти идеи почти не реагировали специалисты, озабоченные решением текущих безотлагательных проблем, — к принятию новых, уже прорастающих, семян еще не была готова почва. И всходы появились гораздо позднее...

С идеями и трудами Вернадского тесно связано сегодняшнее развитие всего комплекса наук о Земле (Земля и Вселенная, 1983, № 4, с. 42. — Ред.). Упорный труженик и яркий творческий мыслитель, он открыл новые области науки, заложил новые направления естествознания. Его эрудиция и научные интересы охватывали буквально все — от новейших физических и химических теорий до философских и социологических обобщений. Процессы атомного распада, изотопы, распространение различных химических элементов, жизнедеятельность организмов и химический состав живого вещества, геохимическая структура биосферы, связь ее с формой планеты, активная роль гидросферы на Земле — все волновало пылкий ум и всюду он приходил к оригинальным умозаключениям, устанавливал новые закономерности.

В Вернадском мы признаем создателя русской минералогии



Владимир Иванович
Вернадский,
его жена
Наталья Егоровна
и дочь Нина (1921 г.)

ческой школы. Древнейшая наука о камнях и рудах занимала, пожалуй, ведущее место в его разнообразной научной деятельности — он был минералогом по специальности. Но он связал процессы жизни на Земле с образованием и изменением минералов. Именно благодаря Вернадскому мы получили целостное представление о геологической форме движения материи.

Его глубоко вдумчивые эмпирические исследования и наблюдения, обращение к историческим источникам и многочисленные путешествия все время меняли, расширяли, как он сам говорил, «масштаб, которым мы меряем окружающее». От частных наблюдений, преодолевая описательно-морфологический подход, он перешел к новой, естественно-научной методологии, **связывающей воедино разнородные явления**. Она и легла позднее в основу поисков на «стыковых» направлениях научного познания. Вернадский стоял у истоков современной геохимии, космохимии, гидрохимии, радиохимии и радиогеологии. Он

создал новую науку — биогеохимию, а как ученик В. В. Докучаева содействовал развитию генетического почвоведения.

Творчество Вернадского уже в начале столетия наметило в естествознании поворот от дифференциации, дробления наук к их интеграции, синтезу. Если наука — это отражение, зеркало объективного мира в сознании человечества, то отныне россыпь не связанных друг с другом «осколков» картины мира стала все чаще объединяться в органическую целостность. Интегративный, системный подход к изучению природы и привел Вернадского к разработке **учения о биосфере** — «охваченной жизнью оболочке» планеты. Ведь до Вернадского в геологической литературе не существовало понятия о биосфере Земли как результате взаимодействия земной коры с прилегающей к ней атмосферой. Жизнь тогда рассматривали как случайное событие на Земле, и не уделяли никакого внимания глобальному влиянию живого на ход земных процессов. «Такое состояние геологических зна-

ний, — писал Вернадский, — теснейшим образом связано с своеобразным, исторически сложившимся представлением о геологических явлениях как о совокупности проявления мелких причин, клубка случайностей. Из научного сознания исчезает представление о геологических явлениях как явлениях планетных, свойственных в своих законностях не только одной нашей Земле, и о строении Земли как о согласованном в своих частях механизме, изучение частностей которого должно идти в теснейшей связи с представлением о нем как о целом».

Вернадский подчеркивал, что он не строит гипотез, что стремится стоять на прочной и незыблемой почве эмпирических данных, приводя их в систему. И категорически отвергал господствующую тогда точку зрения на геологические явления как случайное совпадение причин, не поддающихся (ввиду их чрезвычайной сложности и множественности) научному познанию. Он возражал против отрыва идеального от материального, против искаже-

ния природы важнейшего атрибута высшей формы движения материи: «Мысль не есть форма энергии» (в книге «Химическое строение биосферы Земли и ее окружение»).

Неповторим и своеобразен «лик Земли» (выражение Вернадского). В своих очерках, объединенных названием «Биосфера», ученый мысленно рассматривает его из космоса. На память невольно приходят слова К. Э. Циолковского, который тоже раздумывал в начале века о «колыбели жизни» и подчеркивал: «Будем стараться иметь космический взгляд на вещи». Скорее всего, Вернадский этих слов не читал. Но совпадение независимых суждений не случайно. А вот еще одно высказывание, оно принадлежит А. Л. Чижевскому: «Наружный лик Земли и жизнь, наполняющая его, являются результатом творческого воздействия космических сил». Все это характеризует объективное вызревание важной особенности естествознания XX века. Так устами своих выдающихся пионеров-первопроходцев наука заговорила о биосфере в мировом пространстве, о Земле во Вселенной, о связи ее с космической средой («Биосфера в космосе» — так, собственно, и назывался первый из очерков Вернадского). Еще нельзя было до конца понять, представить себе эту среду (ныне, благодаря космическим исследованиям, такая возможность открылась) — и тем удивительнее проницательность ученого. Вернадский впервые заявил о биосфере как «земном и космическом механизме», «планетном явлении космического характера».

В верхней поверхностной

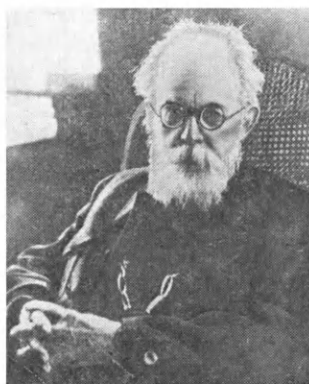
«пленке» нашей планеты переплетаются не случайные, единичные, сугубо земные процессы, здесь проявляются черты космоса, его фундаментального строения и истории. Биосферу, заявлял ученый, невозможно понять в явлениях, лишь в ней происходящих, — нужно отчетливо видеть ее связь с космическими факторами. В его трудах планетная химия Земли предстала как часть космической химии, а биосфера — как область многообразных превращений космической энергии. «Космические излучения, идущие от всех небесных тел, — пишет он, охватывают биосферу, проникают всю ее и все в ней». Благодаря им вещество биосферы обладает специфической активностью, собирает и распределяет по лику Земли полученную извне энергию, и в конце концов превращает ее в энергию в земной среде, способную производить работу. Вот как пишет об этом Вернадский: «Образованная им (то есть веществом биосферы. — Л. Г.) земная поверхностная оболочка не может, таким образом, рассматриваться как область только вещества; это область энергии, источник изменения планеты внешними космическими силами. Лик Земли ими меняется, ими в значительной мере лепится. Он не есть только отражение нашей планеты, проявление ее вещества и ее энергии — он одновременно является и созданием внешних сил космоса».

В свете всего сказанного нетрудно понять, что история биосферы резко отличается от истории других составляющих структур единой планетной системы и ее значение в механизме этой системы совершенно исключительное. «Она в та-

кой же, если не в большей, степени есть создание Солнца, как и выявление процессов Земли. Древние интуиции великих религиозных созданий человечества о тварях Земли, в частности, о людях как детях Солнца, гораздо ближе к истине, чем думают те, которые видят в тварях Земли только эфемерные создания слепых и случайных изменений земного вещества, земных сил». И вот категорический вывод Вернадского, значение которого мы можем по достоинству оценить лишь сегодня: «Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью строения космического механизма, в котором, как мы знаем, нет случайности».

Таким образом, если введение в науку термина «экология» мы связываем прежде всего с учением Вернадского о биосфере, то это учение с самого начала, — можно сказать, с рождения, — включало в себя космический аспект, означало, что заложены основы космической экологии.

Мысль Вернадского многократно обращалась к задачке жизни, а с нею — и к тайне человеческого существования. Он писал в книге «Химическое строение Земли и ее окружение»: «Я бы сказал, что это самое глубокое проявление самосознания, когда мыслящий человек пытается определить свое место не только на нашей планете, но и в космосе». И был убежден, что по мере дальнейшего развития человеческой деятельности, чья мощь стала соизмеримой с геологическими процессами, научное познание будет все глубже осмысливать ее, и все отчет-



В. И. Вернадский в 1940 году

ливее будет выявляться характер такого рода процессов — «не земной только, но планетный». Вернадский указывал, что к ранее известной области человеческой жизни теперь в науке прибавились две новые, резко от нее отличные — «мир просторов космоса и мир атомов и их ядер, по отношению к которым приходится, по-видимому, коренным образом менять основные параметры научного мышления — константы физической реальности, с которыми мы количественно сравниваем все содержание науки» («Записки натуралиста»).

С наукой Вернадский связывал новое качество цивилизации, к которому планета приходит закономерно, и процесс такого перехода он назвал переходом от биосферы к **ноосфере** (сфере разума), то есть к новому состоянию земной оболочки, пронизанной сознательной — научно организованной деятельностью человека. Проявление научной мысли в эволюционном процессе жизни Земли Вернадский считал событием вели-

чайшей важности. «Проявление разума и наиболее точного его выявления — организации науки, есть первостепенный факт в истории планеты, может быть, по глубине изменений превышающий все нам известное, раньше выявлявшееся в биосфере». «...Без научной мысли не было бы геологического эффекта (нынешней трудовой деятельности человечества.— Л. Г.) — перестройки биосферы человечеством».

Действительно, человечество вступило в новую фазу своего развития, обусловленную высоким уровнем производительных сил, что, в свою очередь, требует адекватных общественных отношений и соответствующих форм отражения действительности, способов и методов теоретического и практического освоения мира. И в «повестку дня» истории человечества, целесообразная деятельность которого в масштабах планеты стала соизмерима с действием геологических сил, встал вопрос о необходимости организовать всечеловеческое бытие на разумных, научных основаниях.

Как тут не вспомнить ленинскую мысль, высказанную в его статье «Об едином хозяйственном плане»: «надо же научиться ценить науку, памятуя, что специалист «придет к признанию коммунизма... через данные своей науки»¹.

Вернадский являл собой характерный пример такого специалиста. В одном из своих писем жене в 1903 году он писал: «...Я считаю, что интересы научного прогресса тесно и неразрывно связаны с ростом

широкой демократии и гуманитарных построений — и наоборот. Мне кажется, мы имеем здесь область явлений, до сих пор очень мало осознанных и выраженных...» А вот какую пророческую запись находим мы в его дневнике (14 ноября 1917 года): «...Несомненно, в большевистском движении очень много глубокого, народного. Демократия показала свое лицо — то, которое она постоянно показывала в истории. В критический момент покажет и свою энергию...»

В XX веке сила целенаправленной деятельности человека становится столь значительной («геологической силой» — по Вернадскому), что способна ощутимо сказываться на «работе планеты как космического механизма». Ныне встал вопрос о глобальной ответственности человека за свои действия перед этим «механизмом», а в конечном счете — перед самим собой, перед всем человечеством. Индустриальный и технический натиск на биосферу стал ощутим в планетарных масштабах, и напряженность этого натиска продолжает расти. Не говоря уже о грозных арсеналах, накапливаемых в провоцируемой империализмом гонке вооружений, — приведение их в действие чревато настоящим апокалипсисом. Войну Вернадский рассматривал тоже как «геологический процесс», учитывая производимый ею характер изменений на земной поверхности. В 1944 году, когда Советская Армия все энергичнее изгоняла фашистских варваров с нашей территории, он писал: «Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу. Мы вступаем в нее —

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 42, с. 342, 346.

в новый стихийный геологический процесс — в грозное время, в эпоху разрушительной мировой войны.

Но важен для нас факт, что идеалы нашей демократии идут в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы, отвечают ноосфере. Можно смотреть по-этому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим».

В сказанном по-своему («че-

рез данные своей науки») подчеркивается закономерный характер исторического процесса. Великий ученый, мыслитель, гуманист, отчетливо видевший взаимосвязанность человечества на уникальном космическом теле, несущемся в безбрежных просторах Вселенной, он твердо верил в неистребимость научного реализма, которым все более пронизывается наделенная сознанием высшая форма материи.

Тем-то и дорог нам Владимир Иванович Вернадский, что его капитальные исследования были движимы не одной лишь научной любознательностью, но и высокой нравственной мыслью. И не менее, чем его творческое наследие, новые поколения навсегда сохраняют в памяти пример его личности, неравнодушной к общественному бытию.

НОВЫЕ КНИГИ

Посвящается 30-летию запуска I ИСЗ

30-летию космической эры, открытой запуском первого в мире советского искусственного спутника Земли, посвящена книга хорошо известного читателям «Земли и Вселенной» ветерана космического командно-измерительного комплекса Б. А. Покровского «„Заря“ — позывной Земли» (Московский рабочий, 1987).

В обращении летчика-космонавта СССР Г. С. Титова к читателям книги сказано: «Воздавая должное творческому подвигу создателей космических летательных аппаратов, несправедливо было бы недооценивать или ставить на второй план свершение творцов уникальных автоматизированных систем управления, контроля и наземно-космической связи, составляющих техническую основу командно-измерительного комплекса (КИК). Без него, собственно, и полеты космических аппаратов были бы невозможны, как

они невозможны без мощных ракет-носителей и космодромов. Однако широкому кругу читателей мало что известно об истории создания и составе КИКа, размещении его стационарных и подвижных измерительных пунктов, характере и условиях работы их персонала... В некоторой степени этот пробел поможет восполнить лежащая перед вами книга»¹.

Книга Б. А. Покровского — это книга и о передовой технике и о людях, в чьих руках она оказалась; в книге ярко отражена роль человеческого фактора в решении задач, требующих напряженного и творческого труда больших коллективов.

Под названием книги значится — «Записки научного сотрудника командно-измерительного комплекса Советского Союза». Этим очерчен



жанр книги, близкий к воспоминаниям и размышлениям человека, посвятившего несколько десятилетий служению космонавтике. Поэтому невозможно пересказать содержание книги, не имеет смысла перечислять название ее глав, так как представление о книге можно получить, лишь прочитав ее

¹ См. также: Б. А. Покровский. КИК: этапы большого пути. Земля и Вселенная, 1987, № 5 (Прим. ред.).



Президент
АН СССР
академик
Г. И. МАРЧУК

Развивать сотрудничество в космосе

Как известно, в октябре 1987 года в Москве состоялся очень представительный международный форум «Сотрудничество в космосе во имя мира на Земле» (Земля и Вселенная, 1988, № 1, с. 41.—Ред.). Ниже публикуются выступления президента АН СССР академика Г. И. Марчука на открытии форума и статья Е. Р. Нелепо, освещающая работу «круглых столов» форума.

Запуск 4 октября 1957 года первого спутника является крупным шагом в развитии цивилизации. Трудно назвать во второй половине XX века другое событие в сфере науки и техники, которое оказало бы на человечество столь глубокое воздействие, как начало космической эры. Крупными вехами в последующей деятельности по освоению космоса был полет Юрия Гагарина, высадка американцев на поверхности Луны, полеты исследовательских аппаратов к Венере, Марсу, Юпитеру и ряд других событий. Важной особенностью нынешнего этапа освоения космоса является то, что в эту деятельность включаются десятки стран.

Космические исследования неизмеримо расширили горизонты человеческого познания, дополнили интеллектуальные возможности человека еще одним мощным комплексом средств научного поиска. Космонавтика все больше обретает практическое применение, входит в наш быт, становится

повседневностью, неизменным спутником нашей жизни.

Я хотел бы остановиться на той функции космонавтики, которую можно было бы назвать функцией гуманистической, ибо она, по моему глубокому убеждению, должна быть главенствующей и всепроникающей применительно ко всем остальным функциям.

Выход в космос творения рук человека или его самого позволил нам иначе взглянуть на Землю — колыбель разума. Изначально человек считал Землю центром мироздания, а себя — венцом творения. И хотя наука уже давно расставила все это на свои места, человек лишь в наше время и умом и, если хотите, сердцем осознал место Земли во Вселенной и свое предназначение на Земле. Из космоса он увидел, как мала и хрупка наша планета, как она беззащитна не только против внешних воздействий, но и против некоторых, с позволения сказать, «творений» разума и рук человеческих. И это одна из причин, обязывающих нас формировать новое мышление, мыслить иными категориями, нежели те, что доминировали столетиями и тысячелетиями в отношениях между государствами и народами. Уже сегодня, завтра, в будущем человечество должно исходить в любой своей деятельности из необходимости сохранения себя не только как цивилизации, но и как биологического вида, сохранности биосферы и ноосферы. Иного пути нет.

Но, к великому сожалению,

есть попытки подвергнуть этот единственно приемлемый путь сомнению. И опасность для всего человечества может исходить, увы, из космоса, если в нем развернется гонка вооружений. На тех, кто непосредственно занимается делом освоения космоса, сегодня лежит особая ответственность за то, чтобы он не стал ареной ожесточенного военного и политического соперничества, чтобы все, что делается в космосе, служило общим интересам нашего все более взаимозависимого и, при всем его многообразии, многомерности, целостного мира.

Наш форум посвящен вопросам сотрудничества в космосе ради жизни на Земле. Мы в Советском Союзе придаем чрезвычайно важное значение международному сотрудничеству в космических исследованиях и высоко ценим позитивные результаты, достигнутые в этом направлении. Ничто так не сближает представителей разных государств и народов, как совместная работа, имеющая благородную цель: познание мира на благо человечества. Значительный опыт международного сотрудничества накоплен «Интеркосмосом». На международную арену выходит наша новая промышленно-коммерческая организация «Главкосмос». Эти две организации наряду с Академией наук СССР широко представлены на форуме.

В международном сотрудничестве, как на двусторонней, так и на многосторонней основе, мы видим неисчерпаемый

резерв повышения эффективности космических исследований. Неразумно распылять и дублировать усилия государств в освоении космоса. Их использование на основе координации и объединения вело бы к оптимизации усилий, дало бы кумулятивный эффект, сделало бы реальным то, что не под силу одной, пусть даже самой развитой стране.

Советский Союз предлагает создать Всемирную космическую организацию (ВКО) и под ее эгидой осуществлять специализированные проекты в целях реализации конкретных программ сотрудничества.

По нашему мнению, следовало бы сконцентрировать усилия на разработке крупных проектов использования космической техники для решения таких общих для всех стран задач:

- связь, навигация, спасение людей на Земле, в атмосфере и в космосе;

- дистанционное зондирование Земли в интересах сельского хозяйства, освоения природных ресурсов суши и Мирового океана;

- сохранение и изучение биосферы Земли, создание глобальной службы предсказания погоды и оповещения о стихийных бедствиях;

- использование новых источников энергии, создание новых материалов и технологий, в том числе для медицины и биологии, налаживание ряда производств в условиях глубокого вакуума и невесомости.

Кроме того, с учетом накоп-



Выступает президент АН СССР академик Г. И. Марчук

ленного опыта, в частности недавнего успеха в изучении кометы Галлея, целесообразно развивать исследования космоса и небесных тел с помощью автоматических межпланетных станций.

Предлагая подобные проекты, Советский Союз считает, что они должны воплотить лучшие достижения мировой технической мысли, быть плодами равноправного и подлинно взаимовыгодного сотрудничества всех государств, приносить им реальные выгоды с особым учетом потребностей развивающихся государств.

Великолепные результаты широкомасштабного и многоцелевого международного проекта

«Венера — комета Галлея», совместная работа над проектом «Фобос» и другие совместные начинания укрепляют нашу уверенность в плодотворности и перспективности такого пути развития мировой космонавтики.

Выражаю надежду, что эта встреча видных ученых, деятелей промышленности, руководителей космических программ, космонавтов и астронавтов на советской земле — родине космонавтики укрепит уже сформировавшееся творческое взаимодействие многих ее участников и приведет к установлению новых плодотворных связей.

Заглянем в космическое будущее

Е. Р. НЕЛЕПО

«Тридцать лет назад творение рук человека, преодолев земное тяготение, впервые вышло на космическую орбиту. Человечество открыло для себя новое измерение. За прошедшие тридцать лет оно сумело приложить руку к пульсу Вселенной, но мы видим, как не-

устойчиво бьется пульс нашей собственной планеты, грозя оборвать само существование нашей цивилизации. Мы собрались здесь для того, чтобы, спустя тридцать лет, подвести итоги той работы, которая проделана всей нашей большой семьей человечества, подумать

о том, что мы можем вместе сделать в следующие, скажем, тридцать лет в мирном космосе». Так определил программу Международного форума «Сотрудничество в космосе во имя жизни на Земле» председатель инициативной группы по его проведению академик Р. З. Саг-



В президиуме форума

деев. Трехдневная встреча в Москве собрала около 900 человек более чем из тридцати стран. В столицу нашей Родины съехались представители самых разных профессий — ученые и космонавты, врачи и журналисты, конструкторы, юристы, бизнесмены.

На форуме царил дух открытости и открытости. В ходе свободных дискуссий можно было задать любой вопрос и получить на него ответ. Сообщения не сковывались ни жестким регламентом, ни предварительно утвержденным текстом, они читались, как говорится, «с листа». Прямо на заседании поступала информация с астрофизической обсерватории «Квант», и здесь же проходило обсуждение новых данных. В рамках форума действовало четыре «круглых стола» — «Космос и экономика», «Кос-

мос и экология», «Космос и человек», «Космос и наука».

«Круглый стол» «Космос и экономика» возглавлял начальник Главкосмоса СССР А. И. Дунаев. Дистанционному зондированию Земли, его высокой эффективности по сравнению с традиционными методами исследования нашей планеты, применению космических снимков в народном хозяйстве страны посвятил свое выступление директор Госцентра «Природа» Ю. П. Киенко. О советских программах пилотируемых полетов, перспективах использования орбитальных комплексов для решения фундаментальных и прикладных задач рассказал технический директор проектов по созданию пилотируемых летательных аппаратов для международных программ профессор Ю. П. Семенов.

На специальной секции этого «стола» «Космическое материаловедение» обсуждались проблемы физики невесомости и производства различных материалов в условиях микрогравитации. Были сделаны доклады о развитии космического материаловедения в Европе, США, Японии, Советском Союзе. Представители многих стран заявили о своем желании участвовать в проводимых нашей страной орбитальных технологических экспериментах, а также устанавливать свои приборы на советских космических аппаратах.

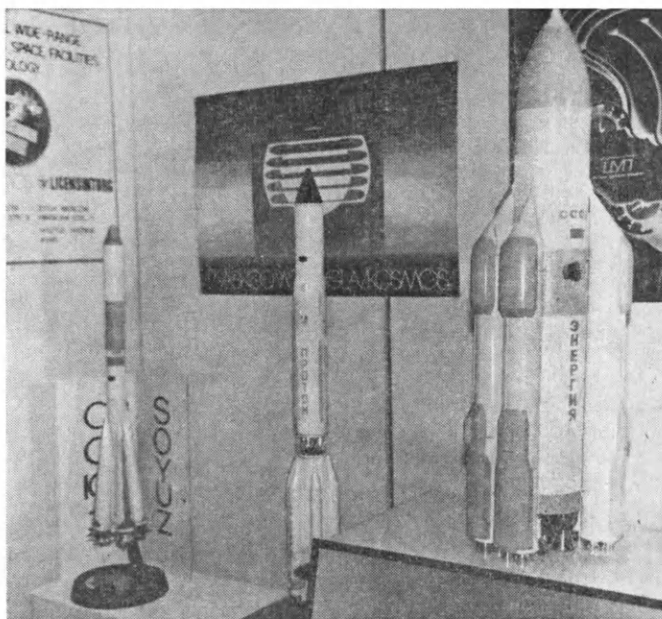
Председателем другого «круглого стола» «Космос и экология» был академик К. Я. Кондратьев. В своем выступлении он выразил общую озабоченность масштабом и остротой стоящих перед человечеством глобальных экологических

проблем, рассказал об осуществлении у нас в стране, под руководством президента АН СССР академика Г. И. Марчука, крупнейшей программы «Разрез». «Круглый стол» уделил большое внимание и международной геосферно-биосферной программе «Глобальные изменения». Ученые стремились глубже понять суть экологических проблем и роль космических средств в их решении.

Проблемы Земли тесно связаны с проблемами всей Солнечной системы. Поэтому исследования в области планетологии позволяют лучше понять, что происходит на нашей планете. Кроме того, Земля представляет собой открытую систему и необходимо знать, каким воздействиям она подвергается и как сама влияет на окружающее ее космическое пространство. Эти проблемы также обсуждались участниками «круглого стола» «Космос и экология».

Академик О. Г. Газенко председательствовал за «круглым столом» «Космос и человек». По его словам, «за тридцать лет удалось достигнуть определенного прогресса в наших знаниях, по крайней мере такого уровня знаний, который позволяет обеспечить безопасные полеты человека в космическом пространстве на приемлемом уровне риска». В дискуссиях специалисты обсуждали еще не до конца понятную природу болезни движения в кратковременных полетах, а также нарушения метаболизма при увеличении сроков пребывания в невесомости, приводящие к недостатку кальция в организме человека и осложняющие процесс реадaptации.

Особое внимание участников форума привлек «круглый стол» «Космос и наука» под председательством директора Института космических исследований АН СССР академика Р. З. Сагдеева. Работа велась одновременно в нескольких секциях: «Исследование Солнечной системы», «Исследование космической плазмы», «Астрофизика высоких энергий», «Радиоастрономия из космоса». В центре обсужде-



Фрагмент международной художественной выставки, организованной в фойе

ния была предложенная советскими учеными программа исследования космоса до 2000 года, которая включает три основных направления — планетные исследования, изучение ближнего и дальнего космоса.

Как и когда образовалась Солнечная система? Как она развивалась? Каково прошлое Земли? Что ожидает нашу планету в будущем? Эти вопросы интересовали участников секции «Исследование Солнечной системы». По общему мнению, ответить на них поможет изучение планет и малых тел Солнечной системы. Среди планет главным объектом внимания советской космической науки долгое время оставалась Венера. Теперь основное место в программах исследований планет занял Марс. Почему именно он? Не исключено, что когда-то марсианская атмосфера была более плотной, климат мягче, а на поверхности имела вода. При таких условиях могли образовываться довольно сложные органические мо-

лекулы. Поэтому «Красная планета» остается одним из немногих уголков Солнечной системы, где есть надежда обнаружить какие-либо формы жизни или следы ее существования в прошлом. Первым шагом в намеченной программе исследования Марса станет миссия «Фобос» (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 7. — Ред.).

Курс на Марс возьмут два советских космических аппарата новой конструкции, на борту каждого из которых будет установлено более двух десятков приборов, созданных совместными усилиями специалистов двенадцати стран и Европейского космического агентства. Программа, предложенная советскими учеными, предусматривает в дальнейшем использование искусственных спутников Марса, марсоходов, аэростатов, пенетраторов. Конечной целью станет доставка автоматическими станциями марсианского грунта на Землю. Это предлагается осуществить к 2000 году.



Американская женщина-астронавт К. Салливан и летчик-космонавт СССР А. Леонов поздравляют Ю. Романенко и А. Александрова с 30-летием космической эры (во время телемоста)

Кроме планет, объектами изучения в Солнечной системе с помощью космической техники в последние годы стали малые тела. Предполагают, что они состоят из сохранившегося в первозданном виде протопланетного вещества, из которого образовались планеты Солнечной системы. В марте 1986 года несколько космических аппаратов, и среди них советские «Вега-1» и «Вега-2», сфотографировали и исследовали комету Галлея (Земля и Вселенная, 1987, № 2, с. 4.—Ред.). Рассматривается проект, цель которого — изучение представителей другого класса малых тел — астероидов. Космический аппарат после гравитационного маневра в полях тяготения Марса или Венеры выйдет в пояс астероидов, где совершит облет нескольких тел (в том числе самого большого астероида Весты) и осуществит посадку на одном из них.

В поле зрения ученых продолжение исследований пла-

нет-гигантов Юпитера, Сатурна и его спутника Титана. Не забыт и естественный спутник нашей планеты Луна. Постоянная обитаемая станция на ней могла бы стать базой для освоения дальних миров, местом слежения за космическими аппаратами, а в перспективе — и промышленным центром добычи полезных ископаемых (железа, алюминия, титана), которыми богат ее грунт. К началу XXI века предполагается создать большую автоматическую лунную станцию-лабораторию, имеющую свои средства передвижения.

Не ослабевает интерес ученых к ближнему космосу. Известно, что все тела Солнечной системы находятся не в абсолютной космической пустоте, а как бы погружены в солнечный ветер — поток плазмы, непрерывно испускаемый Солнцем. Земля обладает сильным магнитным полем, и при обтекании ее солнечным ветром возникает своеобразная по-

лость — магнитосфера, многие параметры и характеристики которой уже изучены космическими средствами. Процессы на Солнце и в околоземной космической плазме влияют на нашу жизнь. Магнитные бури, нарушения радиосвязи, выход из строя линий электропередач — все это земное отражение солнечных процессов. Новые проекты в этой области науки обсуждались на секции «Исследования космической плазмы». Речь шла, в первую очередь, о проекте «Интербол», которым предусматривается запуск в начале следующего десятилетия двух советских спутников типа «Прогноз» (каждый будет дополнен чехословацким субспутником). Одна пара аппаратов начнет исследования в хвосте магнитосферы, служащем резервуаром энергии магнитных суббурь; другая пара — на орбите, пересекающей область над овалом полярных сияний на высотах 5—15 тысяч километров. Измерения со спутников дополняются наземными наблюдениями полярных сияний в Северном полушарии, что позволит одновременно исследовать процессы как в авроральной, так и в хвостовой зоне магнитосферы.

На секции рассматривались и другие возможные перспективные программы, развивающие идеи «Интербола», в частности запуск сразу пяти-семи, а может быть и десяти, спутников. Одни аппараты станут «нести службу» на низких орбитах, другие — высокоаппетитные — на расстояниях в сотни тысяч километров от Земли. Самым дальним окажется советский космический аппарат типа «Прогноз», «подвешенный» на линии Земля — Солнце в точке, где силы тяготения планеты и светила взаимно компенсируют друг друга. Такая единая сеть спутников даст возможность получить объемную картину космической плазмы.

Интересно проходило обсуждение активных экспериментов. Названы они так потому, что предполагают активное воздействие на плазму и изучение искусственно вызванных этим явлений. Таким был в 1975 году

советско-французский эксперимент «Аракс». В ближайшие годы запланировано осуществление нового проекта с участием специалистов семи социалистических стран. С борта искусственного спутника Земли в магнитосферу будут «впрыскиваться» пучки электронов и плазменные сгустки. Научные приборы на спутниках, баллистических ракетах, баллонах и на Земле начнут регистрировать возникшие эффекты, что позволит уточнить вертикальный разрез магнитосферы. В другом эксперименте средством воздействия на плазму будут особонизкочастотные волны, для которых магнитосфера Земли — практически идеальный волновод.

На заседании секции обсуждалась также возможность запуска в начале 90-х годов международной обсерватории. Ее научные приборы могут вести одновременные наблюдения явлений на Солнце и в околоземной плазме, что позволяет не просто зарегистрировать солнечные вспышки, но и проследить, каким образом они воздействуют на околоземное пространство.

Секция «Астрофизика высоких энергий» собрала выдающихся ученых из Советского Союза, США, Франции, Великобритании. Ее работа была посвящена исследованиям небесных тел в ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-диапазонах.

Рентгеновское излучение возникает в «котле» атомных и ядерных превращений, протекающих при температурах не ниже, чем полмиллиона градусов. Поэтому в рентгеновском диапазоне можно наблюдать самые «жаркие» события во Вселенной. Однако такие исследования начались лишь с выводом телескопов за пределы земной атмосферы, непрозрачной для рентгеновских лучей (Земля и Вселенная, 1984, № 5, с. 36.—Ред.). В настоящее время на советском орбитальном модуле «Квант» функционирует международная комплексная обсерватория «Рентген», позволяющая вести исследования в диапазоне энергий от 2 до 1300 кэВ. По своим

характеристикам и научным возможностям она до 1990 года не будет иметь аналогов в мире. С помощью ее бортовой аппаратуры ученые наблюдают довольно редкое событие — вспышку сверхновой звезды в Большом Магеллановом облаке. Научный руководитель проекта с советской стороны член-корреспондент АН СССР Р. А. Сюняев на специальном семинаре познакомил своих зарубежных коллег с полученными данными.

Важное направление внеатмосферной астрономии — гамма-астрономия высоких энергий. Природа гамма-излучения та же, что и видимого света — это электромагнитные волны. Но энергия гамма-квантов в тысячи миллионов раз выше энергии фотонов. Таким образом, гамма-астрономия позволяет заглянуть в мир высоких энергий, изучать процессы, происходящие в звездах и галактиках. Однако, несмотря на большую энергию гамма-квантов, поток их вблизи Земли ничтожен и для эффективных наблюдений чувствительные гамма-телескопы необходимо устанавливать на специальных спутниках. При этом необходимо проводить комплексные измерения в различных диапазонах спектра, ведь гамма-источники крайне нестабильны, они мгновенно вспыхивают и быстро угасают.

Первым в мире инструментом такого рода станет телескоп «Гамма-1» (Франция, Польша, СССР), который начнет вахту на орбите в 1988 году. «Мы ждем от космической обсерватории детальной картины неба в гамма-лучах», — сказал научный руководитель проекта «Гамма-1» профессор В. Г. Кириллов-Угрюмов. — Это даст возможность понять пока еще загадочную природу гамма-звезд, выяснить их связь с известными астрофизическими объектами, наблюдаемыми в оптическом, рентгеновском и радиодиапазонах. Выведение в космос телескопа «Гамма-1» позволит увидеть и наиболее далекие, а значит, и самые юные области Метагалактики, обеспечит решение целого ряда проблем рождения, жиз-

ни и смерти звезд и галактик».

В конце 1988 года должен состояться запуск новой астрофизической обсерватории «Гранат» (СССР, Дания, Франция) с общей массой научной аппаратуры 2300 кг. Начнет осуществляться крупнейший проект по изучению гамма-всплесков, представляющему самостоятельную область исследования в рентгеновской и гамма-астрономии. Первыми эти удивительные явления зарегистрировали американские спутники «Вела», контролировавшие выполнение советской стороной соглашения о запрещении ядерных взрывов в атмосфере. Известно, что ядерный взрыв сопровождается мощным импульсом гамма-излучения. Когда такие вспышки были зарегистрированы детекторами спутников, возникло предположение, что СССР нарушает соглашение. Однако вскоре выяснилось, что эти явления космического происхождения. Дальнейшие исследования позволили приблизиться к разгадке. По-видимому, источники гамма-всплесков — нейтронные звезды со сверхсильными магнитными полями. Планируемые проекты дадут более полные представления.

Обсуждался также проект создания обсерватории нового поколения, с комплексом научной аппаратуры значительно большим, чем на модуле «Квант». Программа, в которой пожелали участвовать ученые многих стран, предусматривает проведение исследований на двух искусственных спутниках: высокоапогейном и низкоапогейном. Высокочувствительные телескопы, установленные на спутниках, станут давать информацию, которая позволит полнее исследовать свойства различных классов астрономических объектов. На основе международного сотрудничества такой проект можно подготовить к 1992—1993 годам.

Большой интерес вызвало обсуждение исследований в субмиллиметровом диапазоне (Земля и Вселенная, 1970, № 1, с. 47.—Ред.). Этот диапазон пока практически не исследован, хотя наблюдения в данной области спектра могут дать

важную и любопытную информацию. Например, именно здесь лучше всего «видны» различия между радиояркими и радиоспокойными квазарами, главным образом на субмиллиметровых волнах излучает пылевое вещество галактик.

Сведения по теории образования крупномасштабной структуры Вселенной, изучение физики и эволюции скопления галактик, измерение количества тяжелых элементов в пыли разных типов галактик, наблюдение спектральной переменности молодых квазаров — эти и другие задачи можно решать благодаря телескопам с криогенным охлаждением, которое в несколько раз повышает их чувствительность. Несколько таких инструментов ученые предполагают установить в криогенно-вакуумной камере на высокоорбитальном спутнике.

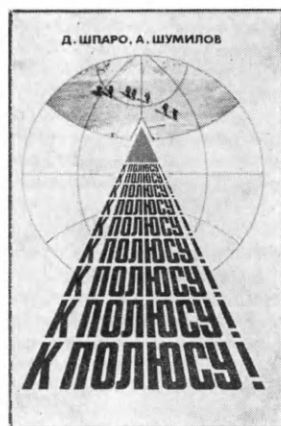
Выступая на заключительном пленарном заседании, академик Р. З. Сагдеев сказал, что радиоастрономы сейчас находятся на пороге очень крупного события. Он имел в виду проект сооружения гигантской радиосистемы, состоящей из синхронно действующих наземных и космических радиотелескопов. Известно: чем больше расстояние между антеннами такого радиозеркала, тем выше угловое разрешение и тем лучше можно разглядеть удаленные объекты Вселенной (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 20.—Ред.). Сегодня радиотелескопы разнесены на разные континенты, скоро один из инструментов будет выведен в космос сначала на несколько десятков тысяч километров от Земли, а затем и на более удаленную орбиту. В результате разрешающая способность радиоинтерферометрической си-

стемы существенно возрастет.

Выступления ученых и специалистов на пленарных заседаниях и дискуссиях за «круглыми столами» очертили контуры развития космонавтики в следующие 30 лет. Участники форума единодушно приняли заявление в поддержку проведения в 1992 году Международного года космоса, который включил бы в свою программу скоординированную деятельность по изучению глобальных изменений земной среды, планет, Луны, гелиосферы, исследованиям в области астрофизики, радиоастрономии, солнечной физики, индустриализации космоса и использованию космической техники для целей образования и медицины.

Фото ЛАФОКИ АН СССР

НОВЫЕ КНИГИ



Не только географическое понятие

Книга Д. И. Шпаро и А. В. Шумилова «К полюсу!» (М.: Молодая гвардия, 1987) — это хроника тяжелейших арктических походов — от первых плаваний русских поморов,

открывших в XII веке Новую Землю, до лыжной экспедиции к Северному полюсу, организованной в 1979 году «Комсомольской правдой». Основу книги составляют дневниковые записи полярных исследователей, которые с экспедициями или в одиночку, на судах или собаках, самолетах, или воздушных шарах, преодолевая невероятные трудности, стремились к вершине планеты. Это и отважный англичанин Уильям Парри, возглавивший в начале прошлого века экспедицию на Шпицберген, и американский лейтенант Джордж Де-Лонг, погибший со своими спутниками в дельте реки Лены, и героическая папанинская четверка, и японец Наоми Уэмура, который в 1978 году впервые в истории полярных путешествий стартовал к Северному полюсу в одиночку, и многие, многие другие...

Авторы книги, объединившие дневниковые записи в цельное повествование, дают читателям понять и почувствовать всю нравственную сто-

рону трудной, а порой и трагической истории борьбы за полюс. Ведь герои книги — это не только всем известные Фритюф Нансен, Руаль Амундсен и Степан Осипович Макаров, но и те, кто не достигли столь блистательных успехов, но тоже дали примеры мужества, воли и человечности.

В книге впервые на русском языке публикуются многие дневники полярных исследователей, среди них выдержки из дневников Уильяма Парри, Пауля Хегеманна, Ричарда Бэрда, а также приводятся экспедиционные записи Соломона Андра, Адольфа Грилли, Илайша Кента Кейна, которые давно уже стали библиографической редкостью. «Для людей, о которых рассказано в книге, — говорится в предисловии, — полюс был не только географическим понятием, но и путеводной звездой. И пусть пример их поможет нашему молодому читателю выбрать свою жизненную цель, найти свой собственный полюс».

Конгресс астронавтической федерации

Кандидат физико-
математических
наук
В. М. ЛИНКИН



С 10 по 17 октября 1987 года в г. Брайтоне, на юге Англии, проходил 38-й конгресс Международной астронавтической федерации (МАФ). Его девиз — «30 лет прогресса в космосе». Так члены МАФ выразили свое отношение к нашей стране как пионеру освоения космического пространства, уважение к достижениям СССР в космосе.

МАФ — международная научная неправительственная организация. Ее членами являются свыше 80 обществ из 37 стран и две дочерние организации: Международная астронавтическая академия и Международный институт космического права. Советскую делегацию на конгрессе возглавлял вице-президент АН СССР, председатель Совета «Интеркосмос» академик В. А. Котельников. Всего в рамках этого форума работало 69 секций, состоялись многочисленные заседания.

На церемонии открытия конгресса выступил президент МАФ профессор Й. Ортнер. Он отметил, что «запуск первого спутника был стартом в космосе захватывающих гонок между СССР и США, располагающих наиболее развитой космической техникой. Позднее страны Западной Европы, объединившиеся в Европейское космическое агентство (ЕКА), и Япония достигли высокого уровня компетентности в космических исследованиях и технологии. Канада в сотрудничестве с США и ЕКА также стала обладать значительным космическим потенциалом. Другие страны, такие как Китай, Индия, активно работают в космосе.

Каждая из этих стран начала свою деятельность в космосе с научных исследований, за которыми затем последовало использование спутников главным образом для связи и дистанционных исследований Земли. Сейчас настало время перейти к широкой кооперации в мирном исследовании космоса. Лучшая демонстрация такой глобальной кооперации — исследование кометы Галлея в марте 1986 года».

Международная астронавтическая федерация высоко оценила этот беспрецедентный пример международного сотрудничества в космосе, присудив специальные премии руководителям соответствующих проектов «Интеркосмоса», НАСА, ЕКА и Японии.

Советские программы исследований космического пространства всегда привлекали внимание различных кругов, в том числе и научной общественности многих стран. Однако в последние годы этот интерес неизмеримо возрос. Чему есть объяснение. В СССР разработан новый класс многоцелевых проектов исследования Солнечной системы, которые предусматривается осуществить с использованием международной кооперации. Это такие проекты, как «Вега» — для изучения планеты Венера и ядра кометы Галлея (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 25.— Ред.) и «Фобос» — для исследования естественного спутника Марса Фобоса, самого Марса, окружающей его среды и Солнца (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 7.— Ред.). Уже два года на орбите работает станция

«Мир». Она является представителем следующего поколения орбитальных станций наращиваемой модульной конструкции. Кроме того, в СССР создана новая мощная универсальная ракета-носитель «Энергия», предназначенная для выведения на околоземные орбиты полезной нагрузки массой более 100 т (Земля и Вселенная, 1987, № 6, с. 18.— Ред.).

Доклады советских ученых и специалистов привлекли большое внимание участников конгресса. Ведь наши достижения сейчас рассматриваются в контексте значительного уменьшения активности в космосе США, вызванного трагедией многоразового космического корабля «Челленджер». И в США, и в Западной Европе подготовлено много разнообразной аппаратуры и целевых космических аппаратов, которые ожидают своей очереди для вывода на околоземную орбиту или в дальний космос. В настоящее время многие специалисты в США признают ошибочность концепции НАСА, сделавшего ставку на преимущественное использование многоразовых космических кораблей типа «Спейс Шаттл» для вывода полезной нагрузки в космос (коммерческой, военной и научной). Поэтому произошла задержка на много лет в реализации конкретных космических проектов США и Западной Европы, что особенно повлияло на сроки выполнения научных программ. С другой стороны, идея многоразового космического корабля продолжает развиваться не только в США. Разрабатываются подоб-

ные проекты, например, во Франции, Великобритании, ФРГ.

Специальное заседание конгресса МАФ было посвящено советскому орбитальному комплексу «Мир». Участники с большим интересом слушали выступления и ответы на вопросы руководителя советской делегации академика В. А. Котельникова, заместителя министра общего машиностроения О. Н. Шишкина, руководителя полета летчика-космонавта СССР В. В. Рюмина, доктора технических наук В. П. Легостаева. Был показан кинофильм о комплексе «Мир» с использованием натурных съемок. В конце фильма демонстрировались кадры о старте на космодроме Байконур новой ракеты-носителя «Энергия».

Огромный интерес к комплексу «Мир» отчасти объясняется и тем, что во время его работы произошло чрезвычайно редкое событие — в далеких глубинах космоса вспыхнула сверхновая (Земля и Вселенная, 1987, № 3, с. 111.—Ред.). Она была зарегистрирована оптическими наземными наблюдениями, а первые в истории человечества исследования фазы появления рентгеновского излучения сверхновой (недоступного на поверхности Земли) удалось провести на рентгеновских телескопах астрофизического модуля «Квант». Научная аппаратура модуля создавалась в СССР, Великобритании, ФРГ и Нидерландах. Наши ученые рассказали о первых результатах, полученных на комплексе «Мир».

По новым проектам планетных исследований от СССР были представлены доклады о подготавливаемом проекте «Фобос» (запуск в июле 1988 года) и разрабатываемой программе изучения Марса в 90-х годах, которая должна завершиться доставкой образцов марсианского грунта на Землю. В одном из докладов сообщалось о продолжении испытаний (во время проведения конгресса) научного комплекса космического аппарата «Фобос» в Институте космических исследований АН СССР и ходе сборки самого аппарата в на-

учно-испытательном центре имени Бабакина. Всего к запуску готовятся два космических аппарата, незначительно отличающиеся друг от друга набором научной аппаратуры.

Новый класс советских проектов исследования Солнечной системы, начатый проектом «Вега» и теперь продолжаемый проектом «Фобос», отличается использованием передовой технологии, а также применением новых физических принципов в научных приборах. Так, дистанционное изучение элементного состава спутника Марса Фобоса будет проводиться путем испарения вещества с поверхности этого небесного тела сфокусированным лазерным лучом — ионным пучком. Часть образовавшихся при этом ионов должна долететь до космического аппарата (расстояние около пятидесяти метров), где масс-спектрометрами и будет сделан их анализ.

Каждый космический аппарат доставит на поверхность Фобоса небольшую космическую станцию, одна из главных задач которой — сверхточное измерение расстояния от станции до наземных радиостанций. Планируется, что ошибка в определении дальности будет всего около пяти метров, при расстоянии между объектами порядка 400 млн. км! Подобная точность измерений достигалась и раньше в проекте «Викинг» (Земля и Вселенная, 1976, № 3, с. 16.—Ред.). Теперь планируется объединить все эти измерения вместе, и за счет того, что они будут разнесены во времени почти на 15 лет, можно будет существенно повысить точность определения ряда фундаментальных констант Солнечной системы. Самое интригующее здесь — возможность проверить на более высоком уровне точности изменяется или нет константа всемирного тяготения. Современные данные говорят, что она не способна изменяться более, чем на $1/100\,000\,000\,000$ часть за год. Новые измерения дальности могут увеличить знаменатель этой дроби больше чем в десять раз. Некоторые теории как раз предсказывают измен-

чивость константы тяготения на таком уровне¹.

Для успешного проведения эксперимента необходимо не только посадить малые аппараты на поверхность Фобоса и измерять до него дальность в течение года или более, но и уметь объединить эти результаты с имеющимся банком данных проекта «Викинг». Задача объединения независимых, исключительно тонких измерений, полученных с помощью различной аппаратуры, сама по себе также не проста. Для облегчения ее решения имеется договоренность между СССР и США. Одна американская станция дальней космической связи вместе с советскими будет измерять расстояние до советского аппарата на поверхности Фобоса — она будет посылать запросный радиосигнал на советский аппарат и принимать ответ. Это позволит достичь в эксперименте уровня точности, который невозможно получить, действуя независимо.

В последние годы в СССР и США вновь возрос интерес к программам исследования Марса, включая доставку собранных образцов грунта на Землю автоматическими станциями и в конечном счете организацию пилотируемой экспедиции на Марс. На конгрессе интенсивно обсуждались различные варианты международного сотрудничества по этой программе. Советские специалисты представили на МАФ доклады об исследовании Марса с помощью аэростатных станций, передвигающейся по поверхности Марса станции-марсохода, заглубляющихся при посадке зондов-пенетраторов. Аэростатные станции рассматриваются как сравнительно простые средства перемещения приборов над поверхностью планеты с возможностью промежуточных посадок

¹ Если эксперимент покажет изменчивость константы тяготения во времени, это, очевидно, будет началом революционных перемен в фундаментальных физических законах.

в различных, далеко отстоящих друг от друга точках планеты. Все станции на поверхности Марса и в его атмосфере через орбитальный космический аппарат будут передавать телеметрическую информацию на Землю. А с орбитального блока будет проводиться изучение Марса дистанционными методами.

В США уже разработан проект спутника Марса — «Марс-обсервер» — для исследования геологии и климата Марса дистанционными средствами. Во время дискуссий специалисты обсуждали не только планирование и координацию программ исследований на «Марс-обсервер» и предполагаемой советской миссии, но и некоторые вопросы взаимодействия космических аппаратов.

Один из советских докладов был посвящен эксперименту «Реликт», проведенному на спутнике «Прогноз-9»: в микроволновом диапазоне измеряли угловое распределение мирового электромагнитного излучения, возникшего в момент большого взрыва Вселенной (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 5.—Ред.). В этом эксперименте была достигнута рекордная чувствительность, и как раз в том диапазоне, где, как раньше считалось на Западе, Советский Союз отстает.

В дискуссии на конгрессе директор Лаборатории реактивного движения (г. Пасадена, Калифорния) профессор Л. Аллен сказал, что на первое место в программе исследования Солнечной системы НАСА ставит проекты изучения малых тел (комет, астероидов) и планет-гигантов. К ним, в частности, относится проект КРАФ — подлет к комете и посадка на нее, пролет мимо астероида. Окончательного решения о его реализации еще нет. Предполагается, что запуск аппарата КРАФ должен состояться в 1993 году, затем этот космический аппарат пройдет около Венеры (август 1993 г.), вернется к Земле (июнь 1994 г.) и уже потом полетит на встречу с кометой Темпл-2. Пролет около Венеры и Земли необходим для дополнительного ускорения космиче-

ского аппарата гравитационными полями этих планет. На пути к комете аппарат КРАФ должен пролететь около астероида Хестиа (январь 1995 г.). К комете Темпл-2 он приблизится в ноябре 1996 года. Затем космический аппарат будет двигаться по орбите рядом с кометой, сбросив на нее зонд-пенетратор. Закончится миссия в декабре 1999 года.

Уже несколько лет ЕКА и НАСА разрабатывают проект «Кассини», предусматривающий вывод космического аппарата на орбиту вокруг Сатурна и посадку на поверхность его естественного спутника Титана автоматической станции. На конгрессе был представлен доклад, знакомящий с деталями этого проекта. Запуск предполагается в марте 1995 года, возврат к Земле и гравитационное ускорение около нее — в апреле 1997 года, пролет Юпитера — в мае 1999 года и прилет к Сатурну — в январе 2002 года. Этот проект свидетельствует о том, что ЕКА вышло на передовой уровень космической технологии и в состоянии разрабатывать сложные программы исследования Солнечной системы.

В целом 38-й конгресс МАФ отметил не только достижения современной космонавтики, но и поставил те проблемы освоения космоса, которые предстоит решать в ближайшие десятилетия. На этом представительном форуме было еще раз подчеркнуто, что такие крупные проекты, как создание постоянной лунной базы, пилотируемая экспедиция на Марс, а также глобальные исследования Земли из космоса могут быть осуществлены только объединенными усилиями многих стран.

Информация

Вулканы и озоновый слой

Есть основания считать, что вулканические извержения взрывного типа, выбрасывающие огромные массы вещества, влияют на стратосферный озоновый слой. После извержения мексиканского вулкана Эль-Чичон в марте — апреле 1982 года на высоту 30 км в стратосферу попало более 20 Мт мелкодисперсного аэрозоля и содержащих серу газов. За несколько месяцев вся эта масса превратилась в сернокислотный аэрозоль, распространившийся в атмосфере северного полушария и частично проникший в южное. Спустя несколько месяцев многие озонометрические станции мира отметили заметное снижение концентрации озона; при этом максимальный его дефицит, равный 8% в северном и 4% в южном полушарии Земли, отмечался в средних широтах обоих полушарий (50—60°).

Н. Ф. Еланский, С. Г. Звенигородский и С. П. Смышляев (Институт физики атмосферы АН СССР, Ленинградский гидрометеорологический институт) считают, что высокая чувствительность озона к вулканическим выбросам именно в средних широтах — закономерное явление. Связано это с накоплением разрушающих озон примесей вблизи полярной фронтальной зоны земной атмосферы. Авторы проследили, как изменяется содержание озона после 14 вулканических извержений (1960—1985 гг.). Максимальный спад озона приходился всегда на стратосферу средних широт.

Сама величина потери озона обычно пропорциональна массе выброшенного в атмосферу вулканического аэрозоля и газов. Наибольшая потеря наблюдалась после самых сильных извержений последних десятилетий — Эль-Чичон, Агунг (1963 г.), Фуэго (1974 г.).

Доклады АН СССР, 1987, 294, 5

Программы для кружков по астрономии и космонавтике

Член
Центрального
совета ВАГО

В. С. АЙРАПЕТАН

Рост научно-технического потенциала нашей страны, общеобразовательного и познавательного уровня советской молодежи, тенденция ускоренного развития ставят важную проблему воспитания школьников в духе исследовательского подхода и самостоятельного творческого мышления. Если еще недавно основной акцент деятельности внешкольных учреждений ставился на приобретение и развитие практических навыков, то сегодня в соответствии с реформой общеобразовательной и высшей школы их работу надо направлять прежде всего на приобщение школьников к научно-техническому творчеству, самостоятельному и коллективному труду. Наряду с другими формами организации важную роль в этом деле должны сыграть астрономические кружки и кружки космонавтики, призванные дать научное мировоззрение, правильную профориентацию, целостное представление о теории и методах современной науки.

Сейчас в нашей стране насчитывается свыше ста астрономических кружков и они сильно различаются как по уровню подготовленности руководителей, так и по техническому оснащению. В этих условиях особое значение имеют научно обоснованные программы работы кружков. Являются ли таковыми «Программы для внешкольных учреждений и общеобразовательных школ. Астрономия и космонавтика» (М.: Просвещение, 1984)? Чтобы ответить на этот вопрос прежде всего рассмотрим структурную схему «Программ». В сборнике по тематике «Астрономия» опубликованы программы кружков «Занимательная астро-

номия» (для III—V классов), «Общая астрономия» (V—VII кл.), «Кружок астрономов-наблюдателей» и «Кружок астрофизики» (IX—X кл.), «Кружок телескопостроения». Составленные программы не учитывают давно уже сложившейся реальной практики разделения астрокружков по двум профилям: кружок общей астрономии и астрофизики и кружок телескопостроения. Непонятно выделение в сборнике особой программы для «Кружка астрономов-наблюдателей», поскольку астрономические наблюдения — неотъемлемый компонент программ обоих профилей. Необходимо учитывать, что проведение астрономических наблюдений — важная составная часть занятий любого астрокружка.

Заметим, что программа «Кружка астрофизики» слишком теоретизирована и разнородна по содержанию. Так, например, наряду с относительно элементарными и важными вопросами она содержит довольно сложные, спорные темы. В программу первого года обучения по теме «Электромагнитное излучение и элементарные частицы» после изложения смысла понятий температуры и давления включен вопрос «Локальное термодинамическое равновесие». Это одно из понятий теоретической астрофизики, с которым студенты, обучающиеся по специальности «Астрофизика», знакомятся лишь на IV курсе... В этой же теме четыре часа посвящается изложению вопросов физики кристаллов и молекул, спектров молекул, здесь же — фотопроводимость, парамагнитный резонанс. Однако такому важному понятию, как плазма, отводится всего лишь одно занятие,

зато рассеяние света и понятие оптической толщи изучаются на протяжении четырех часов!

В разделе практических работ рекомендуется, например, формировать у учащихся навыки набивки перфокарт для ЭВМ, хотя в настоящее время все большее распространение получают микроЭВМ с терминальным набором и калькуляторы.

Что касается работ по теме «Физические основы экспериментальной астрофизики», то в качестве одной из них предлагается, используя метеобудку, фотогелиограф, анемограф и даже аэростат, исследовать астроклимат пункта установки любительского телескопа. Особое внимание уделяется изменению космического излучения от атмосферной толщи, абсолютного числа частиц космических лучей, вариаций интенсивности потока в зависимости от активности Солнца, изучению каскадных ливней в свинце. Подобные работы требуют университетской подготовки, дорогостоящих и дефицитных (даже для научных учреждений) приборов, наличия высокогорных станций.

Одна из совершенно нерелевантных задач любительского астрокружка — предлагаемые «Программой» наблюдения слабых эмиссионных объектов с применением электронно-оптических преобразователей. Число этих приборов даже в наших профессиональных обсерваториях можно пересчитать по пальцам. То же самое относится и к проведению инфракрасных наблюдений переменных звезд.

Мы не уверены, что в разделе теоретических работ

нужно подробно обсуждать роль нейтрино в эволюции Вселенной, методы регистрации гравитационных волн и т. п. А вот многие более конкретные астрофизические вопросы и проблемы остались за пределами программы «Кружка астрофизики».

Требует пересмотра и методика распределения материала по годам обучения (по 216 часов). В целом курс астрофизики в «Программах» произвольно делится на два года. Однако опыт работы руководителей кружков показывает: чтобы составить целостное представление об астрофизике как науке, в течение первого года необходимо дать основные сведения о ее методах и проблемах, детализировав отдельные вопросы, используемые в лабораторных и наблюдательных задачах следующего года. Надо вообще стремиться к увеличению удельного веса практических работ. Кроме того, в программах кружков важное место должно отводиться экспедиционным работам во время летних каникул. Многое другое в программах также требует серьезного уточнения и обсуждения. Оставляет желать лучшего и список рекомендованной литературы. Заметим, что программы кружков общей астрономии и телескопостроения составлены довольно удачно.

По нашему мнению, кружки юных астрономов (астрофизиков) призваны:

- помочь школьникам понять как действуют во Вселенной основные законы физики;

- привить навыки самостоятельного проведения лабораторных и наблюдательных работ (в соответствии с возможностями кружков);

- выработать умение оценивать астрофизические величины, делать элементарные выводы из собственных наблюдений;

- формировать и развивать навыки самостоятельной работы с научно-популярной литературой (мы все чаще становимся свидетелями появления очень серьезных книг, дающих представление о пе-

редовых астрофизических исследованиях);

- воспитывать навыки коллективной научно-исследовательской работы.

Хотелось бы высказать несколько замечаний и по поводу тематики кружков юных космонавтов. В «Программах» даны разработки тематических планов для пяти кружков:

1. **Кружок юных летчиков-космонавтов.** Поскольку необходимыми компонентами занятий кружка являются физическая, парашютная и общевойсковая подготовка, то в развитии сети таких кружков нужно заинтересовать Федерацию космонавтики СССР, ДОСААФ СССР и подведомственные ему организации.

2. **Кружок юных космонавтов и кружок аэродинамики и ракетно-космической техники.** Школьники в этих кружках впервые знакомятся с космонавтикой как отдельной и разветвленной научно-технической отраслью. Поэтому изучение тесно связанных двух аспектов (научного и инженерного) следует проводить в едином курсе. А в «Кружке аэрокосмической техники» нужны не только занятия по физической подготовке и космическому моделированию, но и работа по проектированию космической техники.

3. **Кружок космического моделирования.** Так как программа этого кружка во многом совпадает и дополняет программу уже существующих кружков авиамоделирования, то скорее всего имеет смысл объединить их в один.

4. **Кружок космической медицины.** Программу этого кружка целесообразно в сжатом виде включить в программу кружка аэрокосмической техники. Если же делать акцент на биологическом аспекте программы, то эта ее часть не должна входить в тематику по астрономии и космонавтике.

Думается, что «Программы» были бы значительно объективнее и реальнее, если бы до публикации подверглись широкому обсуждению в кругах любителей астрономии и руководителей кружков.

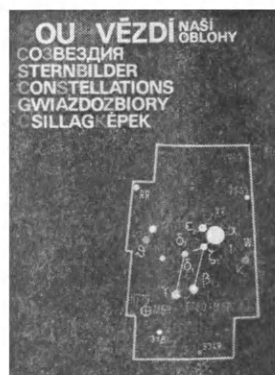
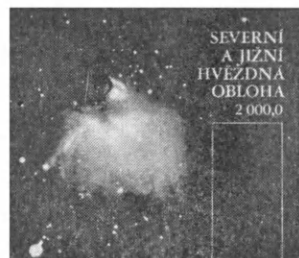
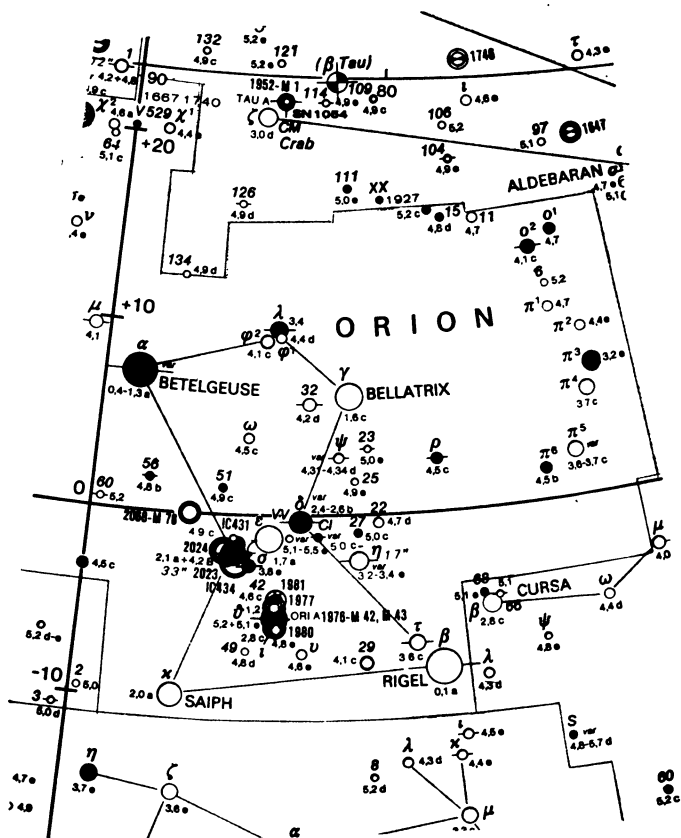
НОВЫЕ КНИГИ

В помощь любителям астрономии

Хорошо известно, что любителям астрономии необходимы звездные карты и атласы. Об этом свидетельствуют многочисленные письма в редакцию «Земли и Вселенной» и в Центральный совет ВАГО. Но пока и эта проблема остается нерешенной. Между тем один из примеров ее решения мы находим у наших чешских друзей, в распоряжении которых есть заслуживающие внимания звездные карты и атласы.

Сравнительно недавно в Праге выпущены комплект карт звездного неба и карманный звездный атлас. Оба пособия прекрасно изданы, очень информативны и удобны. Их можно с успехом использовать не только при подготовке к наблюдениям, но и в качестве наглядных пособий при изучении астрономии в школах и педагогических институтах.

Комплект звездных карт содержит две большие карты северного и южного полушария, которые могут быть укреплены на стене в народной обсерватории, в помещении астрономического кружка или в кабинете астрономии. На каждом листе карты размещена собственно карта (диаметром около 70 см) и под ней разнообразный дополнительный материал (спектры звезд различных спектральных классов, диаграмма «спектр-светимость», фотографии «достопримечательностей» тех или иных созвездий). Звезды на картах изображены в виде цветных кружков. Цвет кружка дает представление о температуре звезды, а размеры кружков соответствуют блеску звезд (на карте изображены звезды примерно до 5^m). В пределах каждого созвездия показаны не только одиночные звезды и характер-



ные фигуры, образованные ими, но и отмечены различные другие объекты (двойные и кратные звезды, звездные скопления, туманности, галактики, метеорные радианты и др.). Карты снабжены подробным описанием и каталогом объектов (отдельная брошюра).

Весьма оригинален карманный звездный атлас. По существу это маленькая энциклопедия звездного неба, включающая в себя 40 карт созвездий (размер каждой карты 10,5×14,5 см) и позволяющая подробно изучать север-

ное звездное небо. Взглянув на карту созвездия, можно легко определить, в какое время года оно видно, так как синим цветом обозначены названия созвездий, видимых зимой, зеленым — весной, оранжевым — летом, желтым — осенью.

На обороте каждой карты помещается краткий каталог объектов, относящихся к данному созвездию, а общие пояснения к устройству карт и описание каталогов даны в прилагаемой к атласу брошюре. Любителям астрономии сообщаются сведения об эквато-

риальных координатах звезд (и их изменении) и некоторые физические характеристики звезд (не слабее 4,5^m). В атласе отмечены и пояснены многие переменные и двойные звезды, звездные скопления и туманности, галактики и радиосточники. На картах атласа изображены все 109 объектов каталога Мессье.

Е. П. ЛЕВИТАН

В Федерации космонавтики СССР

У истоков истории Байконура

Член Бюро
Президиума
Федерации
космонавтики
СССР
В. В. САВИНСКИЙ

С. П. Королев называл советскую землю «берегом Вселенной». А космодром Байконур по праву считается нашей главной космической гаванью. Он стал символом космической славы нашей Родины, с ним связаны героические страницы советской космической истории, здесь триумфально вопло-

щались самые передовые достижения отечественной науки и техники в исследовании космического пространства в мирных целях.

Первопроходцам Байконура выпала великая честь быть непосредственными участниками начала дерзновенного штурма Вселенной. Многие отряды спе-

циалистов в трудных климатических условиях показали образцы мужества, стойкости и героизма. Эти люди отдали все свои силы и знания великому делу покорения космоса. Они полюбили целинную землю космического подвига и всегда оставили частичку своего сердца в краю жгучего



Первые Байконурские чтения. Выступает летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза, генерал-лейтенант авиации Г. С. Титов



Участники чтений (слева направо): первый ряд — А. М. Чумаков, К. В. Герчик, А. И. Нестеренко, А. Г. Захаров, А. А. Курушин; второй ряд — Т. Т. Баланчук, Н. А. Луковкин, И. Д. Морозова, В. В. Савинский, Н. А. Коновальцев

солнца, желтых бескрайних степей и весеннего моря огненных тюльпанов. Но память хранит не только родной космодром с его ракетными громами и шлейфами.

Многолетний совместный труд сроднил первопроходцев Байконура. В 1981 году в Москве они объединились в Совет ветеранов космодрома и были приняты в состав Федерации космонавтики СССР. С этого времени начались встречи, ставшие уже традиционными, в Москве и других городах страны, где живут ветераны Байконура. Все они — активные участники патриотического воспитания молодежи и пропагандисты достижений советской космонавтики. Ветераны Байконура принимали участие во всех мероприятиях, посвященных 30-летию запуска первого искусственного спутника Зем-

ли. Важным событием в их жизни стали **Первые Байконурские чтения**, которые прошли 4 октября 1987 года в Москве, во Дворце культуры «Меридиан». На чтениях выступали непосредственные участники исторического запуска I ИСЗ. По общему мнению, эти чтения позволят устранить тот пробел, в результате которого о Байконуре сказано не очень много, а о его создателях и испытателях ракетно-космической техники почти ничего.

Чтения открыл первый начальник космодрома, председатель Бюро Центрального совета ветеранов Байконура, лауреат Государственной премии СССР, генерал-лейтенант в отставке А. И. Нестеренко. Он сказал, что одна из целей Байконурских чтений — собрать воедино воспоминания ветеранов космодрома и издать их

отдельной книгой. А. И. Нестеренко рассказал об истории создания космодрома, о становлении научных коллективов, разрабатывавших первые спутники, о формировании многочисленных отрядов специалистов Байконура.

Затем к участникам чтений обратился летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза, генерал-лейтенант авиации Г. С. Титов. Он справедливо заметил, что среди большого количества публикаций о современных достижениях космонавтики неоправданно мало материалов о космодроме Байконур. Заслуженно чествуя космонавтов, не следует забывать, что запускают их в космос мощными ракетами-носителями, которые испытывают и готовят к старту специалисты космодрома. Г. С. Титов призвал участников чтений «писать

историю Байконура».

О большой работе по проведению и обеспечению государственных испытаний ракетно-космической техники рассказал второй начальник Байконура К. В. Герчик. Он говорил о раннем периоде становления космодрома и жизни его первопроходцев, обратил

внимание на стиль и методы их работы, познакомил с внедрением передовых методов управления испытаниями.

Интересными воспоминаниями поделились и другие начальники космодрома А. Г. Захаров, А. А. Курушин, В. И. Фадеев, а также инженеры-испытатели, строители и другие спе-

циалисты Байконура.

Федерация космонавтики СССР надеется, что состоявшиеся Первые Байконурские чтения станут важным шагом в написании истории Байконура.

Фото В. ПАШКЕВИЧА

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

«Опреснение воды в народном хозяйстве»

Это название книги, написанной А. Б. Авакьяном, М. В. Саниным и Л. И. Эльшиным и вышедшей в 1987 году, говорит само за себя. Теперь, когда водный дефицит обостряется во всем мире из-за роста потребления воды, опреснение соленых и солоноватых вод (океанских и морских, а также подземных вод повышенной минерализации) стало одной из актуальных проблем науки и практики. В восьми главах книги авторы знакомят и с историей вопроса (древние методы опреснения описаны еще в «Естественной истории» Плиния Старшего, жившего в I в. н. э.), и с технологией опреснения в современную эпоху, и с ее экономикой и географией.

Осветив различные аспекты проблемы опреснения и проведя технико-экономический анализ существующих методов, авторы делают вывод: несмотря на то, что стоимостные показатели средств опреснения сейчас в несколько раз выше, чем подобные показатели систем водоочистки, во многих странах заведомо идут на большие материальные расходы во имя обеспечения водой насе-

ления и развития хозяйства. На множестве примеров из научной и хозяйственной практики авторы показывают, что в решении проблемы опреснения участвуют не только специалисты водного хозяйства, но и экономисты, энергетики, медики.

Опреснение воды уже приносит реальные плоды, однако здесь еще немало трудностей и нерешенных задач, особенно в энергетическом обеспечении достигнутых технологических

решений. Пожалуй, самые большие надежды возлагают на создание двух- и многоцелевых атомно-энергетических комплексов. Не снят с повестки дня и вопрос, как придать опресненной воде биологическую полноценность и каким образом утилизировать рассолы, образующиеся при опреснении.

В заключительной главе книги подробно рассказывается о водохозяйственном районировании территории СССР.

Информация

Подводный звуковой канал

В экспедициях Тихоокеанского океанологического института ДВНЦ АН СССР в субарктической фронтальной зоне Тихого океана на глубине 150–600 м обнаружены области, почти однородные по температуре и солености. Вытянутые с запада на восток, они представляют собой замкнутый волновод, близкий по форме к эллиптической трубе, в котором создаются особенно благоприятные условия для распространения звука.

Как считают К. Т. Богданов, академик В. И. Ильичев и В. Н. Новожилов, подобные замкнутые волноводы должны существовать и в зоне субантарктического фронта всех трех океанов, на севере Атлантики, а также в стречных таких холодных течений, как Лабрадорское и Курило-Камчатское. Образуются волноводы, по-видимому, в зонах повышенной турбулентности при столкновении водных масс различного происхождения.

Доклады АН СССР, 1987, 295, 1

Внимание:

«Малый интеркосмос» снова берет старт!

ЦК ВЛКСМ, Президиум Академии наук СССР, ВЦСПС, Министерство просвещения СССР, Госкомитет по профтехобразованию, Федерация космонавтики СССР и Правление Всесоюзного общества «Знание» приняли решение провести среди учащихся всесоюзный конкурс «Малый интеркосмос» — на лучший проект космического эксперимента.

Впервые подобный конкурс состоялся в 1981 году. Тогда в жюри поступило более 2000 работ. Некоторые из них были даже рекомендованы для практической реализации в космосе.

Основные цели конкурса — развитие творческих способностей учащихся, организация разумного досуга молодежи и расширение сети научно-технических молодежных объединений, а также привлечение научной общественности к работе с ребятами. Но есть еще одна задача у этого «космического» конкурса. «Малый интеркосмос» дает возможность принять практическое участие в исследовании и использовании космического пространства. Согласно условиям конкурса, наиболее интересные предложения будут рекомендованы для включения в программы космических исследований и экспериментов. Победители конкурса смогут побывать на космодроме Байконур, войдут в состав советской делегации на финале международной части конкурса, который состоится в ЧССР.

Участники конкурса могут работать индивидуально либо объединившись в творческие коллективы по месту учебы или по месту жительства. К конкурсу допускаются кружки, действующие при

школах и профтехучилищах, клубы юных астрономов и космонавтов, а также многие другие научно-технические объединения учащихся.

Тематика «Малого интеркосмоса» необычайно широка. Можно прислать:

- проекты научных экспериментов по астрономии, физике, химии, биологии, медицине, геофизике;

- предложения по усовершенствованию космической техники различного назначения;

- проекты технологических экспериментов в условиях космического пространства;

- проекты наблюдений нашей планеты из космоса для решения народнохозяйственных задач.

Условия представления выполненных работ демократичны. Это могут быть **модели, макеты, приборы** (с описаниями!), **технические предложения или эскизные проекты** с чертежами, расчетами и описаниями, а также **идеи экспериментов** (с обоснованием их ценности и целесообразности реализации!). К участию в «Малом интеркосмосе» допускаются проекты, которые можно будет выполнить на борту пилотируемого или автоматического космического аппарата, на поверхности небесных тел, а кроме того, проекты наземных устройств, связанных с космонавтикой, и предложения по использованию в земных условиях приборов и устройств, применяемых сейчас только в космонавтике.

Все работы участники конкурса должны выслать в Москву до 1 июня 1988 года: предложения по космической технике и технологии — на

Центральную станцию юных техников (103055, ул. Тихвинская, д. 39), проекты научных и прикладных экспериментов — в Московский городской Дворец пионеров и школьников (117334, ул. Косыгина, д. 17).

Присланные работы будут внимательно рассмотрены специалистами, которые уделят особое внимание оригинальности идей, научной обоснованности предложений, возможности их практической реализации. Важное значение придается оформлению. Авторы самых интересных работ соберутся летом 1988 года в Калуге, чтобы лично защитить свои идеи и проекты. О результатах конкурса и его победителях расскажет «Земля и Вселенная».

В дальнейшем «Малый интеркосмос» будет проводиться каждые два года. Эффективность конкурса и его массовость в значительной мере зависит от руководителей кружков, клубов и обществ юных космонавтов и астрономов. А шефы — ученые и специалисты — могут ввести ребят в круг актуальных проблем исследования и использования космического пространства, направить познавательную и творческую энергию молодежи в нужное русло. Заметим, что по итогам конкурса будут отмечены не только сами участники, но и организаторы конкурса на местах.

Необычный космический рейс

Заведующий
отделом
астрономии
и космонавтики
Московского
городского
Дворца пионеров
и школьников
Б. Г. ПШЕНИЧНЕР

Старт международного пассажирского космолета был назначен на 3 октября 1987 года. В назначенный срок три юных пилота в скафандрах распахнули массивную дверь космолета и предложили пассажирам занять места в салоне. Юношеский возраст космонавтов, членов стартовой команды и операторов ЦУПа не смутил приглашенных. Оживленно обмениваясь впечатлениями, они расположились в просторном салоне космолета. Среди трех десятков участников экспериментального рейса — директор Института космических исследований АН СССР, Герой Социалистического Труда академик Р. З. Сагдеев, директор Института международного сотрудничества Сьюзен Эйзенхауэр (США), летчик-космонавт СССР А. А. Серебров, американская женщина-астронавт Катрин Салливан, а также другие ученые и общественные деятели. В космический рейс собрались и представители печати, радио, телевидения, включая корреспондентов ТАСС и американской телекомпании Си-би-эс.

Пассажиры космолета с интересом наблюдали за предстартовой подготовкой всех систем ракеты и корабля. В голосе командира космолета заметно волнение. Пятиминутная готовность! Руководитель поле-

та объявляет маршрут предстоящей экспедиции: «Орбита Земли — система Юпитера — кометное облако Оорта — возвращение на Землю с посадкой в районе Ленинских гор».

Этот необычный космический рейс был осуществлен с помощью игрового тренажера, созданного на базе цейсовского планетария в Московском городском Дворце пионеров. В тот день в жизни Дворца пионеров произошло важное событие. Академик Р. З. Сагдеев передал юным астрономам и космонавтам свой личный дар — два персональных компьютера. В числе немногих известных ученых мира, таких как физик Ричард Фейнман, биолог Поль Берг, академик Р. З. Сагдеев был приглашен в США, чтобы прочесть ежегодную почетную лекцию имени Алис Мотнер в Калифорнийском университете. Тема лекции — «Космическая плазма и проект «Вега». Эта лекция прошла с большим успехом. Академик Р. З. Сагдеев израсходовал гонорар за лекцию на приобретение компьютеров для школьников. Сами компьютеры доставили из США супруги Мотнер — участники международного форума, посвященного тридцатилетию запуска первого спутника Земли (Земля и Вселенная, 1987,

№ 6, с. 41. — Ред.). Они, как и некоторые другие участники форума, стали свидетелями дарственной церемонии. Затем все взрослые гости были приглашены на «борт космолета», чтобы совершить, как и было ранее объявлено, второй в истории советско-американский «космический полет».

После успешного завершения «полета» гости ознакомились с Дворцом пионеров, посмотрели импровизированный концерт ансамбля имени В. С. Локтева. На память о встрече ребята вручили им свои снимки астрономических объектов и пластинки с записями выступлений этого ансамбля.

Нельзя считать случайным тот факт, что ценный подарок был вручен кружковцам Дворца пионеров. Около двадцати лет шефствует над отделом астрономии и космонавтики Московского Дворца пионеров Институт космических исследований АН СССР. Его сотрудники ведут кружки космических исследований, радиоастрономии, физики космоса, астрофизики. Перед ребятами часто выступают известные ученые. Стали традиционными экскурсии юных астрономов и космонавтов в лаборатории института.

Несколько лет тому назад в институте специальным приказом была создана творческая



Юные космонавты знакомятся с подарком

Участники «космического полета» — американская женщина-астронавт К. Салливан, летчик-космонавт СССР А. Серебров, член клуба космонавтов Дворца пионеров В. Атаманов

**К. Салливан
и академик Р. З. Сагдеев
среди участников «полета»**

Фото И. Гольдберга

группа, которая вместе с сотрудниками Дворца подготовила подробные предложения, касающиеся задач, структуры и оборудования ребячьего «космоцентра». Он будет построен на Ленинских горах.

Главная цель нашего сотрудничества с шефами — выявить из сотен кружковцев тех ребят, кто по-настоящему увлечен космическими исследованиями и имеет необходимые задатки. Для них мы вместе со специалистами стараемся подыскать перспективную и соответствующую их склонностям область деятельности. Знакомим этих ребят с некоторыми доступными им методами и средствами исследований. Старшеклассникам стараемся дать повышенную физико-математическую подготовку. Надо сказать, сейчас среди сотрудников многих академи-

ческих институтов — десятки воспитанников Дворца пионеров. Многие бывшие его выпускники активно участвовали в разработке и осуществлении грандиозного проекта «Вега», а ныне работают над проектом «Фобос». Это, например, Н. Санько, А. Григорьев, А. Гарбуз, Н. Перцев.

Недавно во Дворце пионеров создан новый кружок «Информатика в астрономии и космических исследованиях». Использование современных компьютеров в работе этого и других кружков позволит значительно улучшить подготовку будущих исследователей космоса.

В связи с 25-летием отдела астрономии и космонавтики Московского городского Дворца пионеров хочется поблагодарить за большую шефскую помощь коллективы Астросове-

та АН СССР, Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, Комитет по метеоритам АН СССР, Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Физический институт АН СССР имени П. Н. Лебедева, Институт физики атмосферы АН СССР, Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, Федерацию космонавтики СССР. Именно понимание важности работы с молодежью со стороны руководства и общественности шефствующих организаций, энтузиазм их сотрудников помогают коллективам юных космонавтов и астрономов добиваться успехов в укреплении материальной базы, совершенствовании учебно-воспитательной и научно-любительской работы. Помощь шефов позволила нам приступить к созданию большого трена-

Доктор
технических наук
Г. А. ПОЛТАВЕЦ
Член
Бюро Президиума
Федерации
космонавтики
СССР
Н. С. КИРДОДА

Космический радиоконкурс

Большой популярностью у молодых радиослушателей пользуется передача Всесоюзного радио «На космических орбитах», которую уже много лет ведет летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза, председатель Федерации космонавтики СССР Н. Н. Рукавишников.

Регулярно, раз в две недели, выходит в эфир эта интересная и полезная радиопередача, неизменно привлекающая слушателей разнообразной информацией о достижениях современной космонавтики. В рамках этой 45-минутной передачи появилась новая рубрика — «Всесоюзный радиоконкурс для школьников и учащихся ПТУ».

В декабре 1986 года Главная редакция радиовещания для детей и Федерация космонавтики СССР (ФК СССР) объявили условия радиоконкурса. Он посвящался 30-летию космической эры. Цель его — пропаганда достижений советской космонавтики, повышение интереса учащихся к истории ракетно-космической техники, активизация научно-технического творчества и изобретательской деятельности школьников и учащихся ПТУ.

С декабря 1986 года по сентябрь 1987 года состоялись три тура конкурса. Жюри возглавили Н. Н. Рукавишников и заместитель главного редактора Главной редакции радиовещания для детей В. А. Карпенко. В состав жюри также вошли редактор передачи «На космических орбитах» В. П. Коряев, председатель секции прогнозирования и системных исследований ФК СССР доктор технических наук А. Ф. Романенко, кандидат технических наук А. М. Михайлов, председатель секции ракетно-космического моделизма ФК СССР Б. Н. Чугунов и авторы этой публикации.

В программу «Космического радиоконкурса» входили самые разнообразные вопросы. Например: «Кто и когда первым вышел в открытый космос?»; «Что вы знаете о первом ИСЗ?»; «Когда был осуществлен первый групповой полет двух пилотируемых кораблей?».

Вместе с начитанностью требовалось показать и самостоятельность мышления, отвечая на вопросы: «Какую работу может выполнять спутник на геостационарной орбите?»; «Для какой цели космонавты Л. Кизим и

В. Соловьев устанавливали ферму на орбитальной станции?». Оригинальность идей и изобретательность проверялись в ответах на такие вопросы: «Как наладить аварийную связь с космонавтом за бортом станции?»; «Какой вид должен иметь транспорт для исследования Марса?».

В адрес радиопередачи поступило 995 писем с интересными ответами и предложениями, часто выходящими за рамки конкурсных вопросов. Участники конкурса прислали подробные расчеты, схемы и рисунки, программы для ЭВМ. Результаты конкурса были объявлены накануне 30-летия запуска 1 ИСЗ — 3 октября 1987 года.

Назовем первых трех победителей среди одиннадцати отмеченных жюри:

1. Евгений Ткаченко (18 лет, Новосибирск). Он прислал подробные ответы, в которых содержались интересные предложения по различным аспектам космонавтики, отличающиеся оригинальностью предлагаемых конструктивных решений.

2. Павел Майлисов (15 лет, Горький). Павел ответил на все

жерного комплекса «Космический центр» (в дальнейшем планируется развить его лабораторно-исследовательскую базу),

а также загородной наблюдательной станции под Звенигородом. Мы получили в свое распоряжение и радиотеле-

скоп, смонтированный во Дворце пионеров, а вот теперь имеем и небольшой компьютерный центр.



Одни из победителей конкурса Елена Семина (8 класс, Москва) и Павел Кузнецов (6 класс, Москва) вместе с членами жюри Н. С. Кирдодой, Г. А. Полтавцем и А. Ф. Романенко обсуждают лучшие работы
Фото Ю. Лобанова

вопросы трех туров. Свои предложения подтвердил расчетами на ЭВМ и прислал распечатки результатов.

3. Борис Муслов (15 лет, пос. Ярославский Приморского края). Он четко и полностью ответил на все вопросы. Борис

вложил большой труд и старание в оформление ответов, что говорит о его увлеченности космонавтикой.

Победителям радиоконкурса и другим участникам, показавшим разносторонние и глубокие знания, были вручены дип-

ломы и грамоты ФК СССР, книги по космонавтике с автографами космонавтов и известных ученых, а также подарки и дипломы Главной редакции радиовещания для детей.

В декабре 1987 года был объявлен новый радиоконкурс, девизом его стало любимое изречение Ф. А. Цандера — «Вперед, на Марс!». Вот вопросы 1 тура: «Когда были осуществлены первый полет космического аппарата к Марсу и первая посадка на Марс!»; «Рассчитайте основные характеристики проекта марсианской экспедиции».

Жюри определит 25—30 победителей конкурса, которые составят отряд очно-заочной школы «Юных космонавтов».

В августе 1988 года эти победители будут приглашены в пионерский лагерь Московского авиационного института имени Серго Орджоникидзе, где с ними проведут занятия ученые и специалисты по космонавтике.

НОВЫЕ КНИГИ

Земля из космоса

Можно ли из космоса обнаружить залежи железной руды или каменного угля? Утвердительный ответ был бы большим преувеличением. Конечно, с орбиты месторождений не увидишь, но подсказку получить можно, изучая космические снимки поверхности Земли. Множество таких снимков, которые успешно используются для изучения различных природных зон нашей планеты, помещено в новом красочном фотоальбоме «Планета Земля из космоса», выпущенном в 1987 году издательством «Планета».



Космических фотографий в альбоме около сотни, они прекрасно выполнены и преимущественно это цветные снимки.

Составляющие одиннадцать разделов альбома, снимки рассказывают о земной атмосфере и Мировом океане, рельефе Земли, реках, озерах и лесах, ледниках и пустынях. С их помощью можно проследить, как в воздушной оболочке нашей планеты зарождается и распадается циклон над Тихим океаном, куда перемещается «глаз» тайфуна «Рита» над Филиппинами и дождевые облака над Гиндукушем. А вот бирюзово-розовый снимок, на котором видны синоптические вихри у Фолклендских островов в Атлантике, за ним — фрагмент аквато-

рии Саргассова моря, часть знаменитого Бермудского треугольника. Темно-синие пятна обозначают глубокие впадины, туда с мелководий этого необычайно прозрачного моря перемещаются, как видно на снимке, массы известкового ила. Черно-белое изображение Канар показывает сложную картину обтекания морскими течениями одного из островов архипелага.

На приведенных в альбоме космических фотографиях горы выглядят ярким контрастным рисунком закованных в лед хребтов. Такова территория Центрального Памира, где на стыке хребтов Академии наук и Петра Первого возвышается пик Коммунизма, таков и главный хребет Кавказских гор с двуглавым Эльбрусом или Тянь-Шань с голубой гладью озера Иссык-Куль, которое в обрамлении ослепительных снежных гор предстает, как говорят космонавты, одним из красивейших мест на Земле. На снимках видны районы активного вулканизма — это юг полуострова Камчатка, где обширные лавовые плато чередуются с конусами огнедышащих гор, это вулканы на японском острове Хонсю. А на следующем снимке — два фрагмента Чилийско-Перуанской системы вулканических гор, здесь сосредоточены самые высокие вулканы мира.

С орбитальной высоты земная суша кажется насквозь пронизанной сосудами рек. Они служат космонавтам ориентиром, хорошей привязкой космических изображений. В альбоме помещен прекрас-

ный снимок рек полуострова Индостан, снимок устья Миссисипи, которая вместе с природным илом выносит в океан — и это отчетливо просматривается — огромную массу промышленных отходов. Хорошо видна дельта реки Урал. Когда-то полноводная, она сегодня тонкой, едва заметной ниткой тянется к Каспию, с трудом донося до него свои воды. Необычайно красив, нежных сиреневых оттенков, снимок Аральского озера. Им можно любоваться, как фантазийной картиной Чюрчнуса. Однако снимок предостерегает: в пустынном ландшафте вокруг Арала легко различаются белые пятна пересыхающих летом мелких озер — один из главных признаков его нарушенной экологии.

Впечатляют снимки снежного покрова и ледников Земли, особенно фотографии снежно-ледовых полей Патагонских Кордильер и ледников Восточного Каракорума. А вот — как бы в контраст белому ледяному убранству — цветной синтезированный снимок тропических лесов Индии. Богатство пород деревьев можно определить на нем по мозаике разноцветных контуров. И два снимка-предупреждения: пожар в дальневосточной тайге и крупный лесной пожар на Сахалине.

Листая страницы альбома, нельзя не восхищаться теми огромными возможностями, которыми располагает сегодня космонавтика. Ведь с космической орбиты можно запечатлеть не только красоту и многообразие природы нашей планеты, но и часто нерадостные

результаты взаимоотношений человека с природой. Цветной снимок одного из районов Предбайкалья дает представление о землепользовании в этом районе, а на снимке Карагандинской области отчетливо просматриваются мощные дымовые выбросы из заводских труб. Удивляешься оригинальному способу сельскохозяйственного производства в Ливии (на снимке — мелкие, правильной формы круги, это поля с пробуренными в центре артезианскими колодцами) и огорчаешься, увидев загрязненную морскую поверхность в районе нефтедобычи у полуострова Мангышлак. Загрязнение особенно отчетливо проявляется в солнечном блике...

«Космическое природоведение в СССР», — пишет во вступительной статье академик А. Л. Яншин, — поставлено на уровень государственной научно-технической политики и успешно развивается, опираясь на мощный научный и промышленный потенциал страны...» Фотоальбом «Планета Земля из космоса» как нельзя лучше подтверждает эту мысль. Остается только поблагодарить тех, кто активно работал над его созданием. Съёмку из космоса выполняли космонавты В. В. Аксенов, А. Н. Березовой, В. Ф. Быковский, Г. М. Гречко, А. С. Иванченков, В. В. Коваленко, В. В. Лебедев, Л. И. Попов, Ю. В. Романенко. Составители и авторы текста — Ю. П. Киенко, А. Д. Коваль, Л. В. Десинев, В. А. Сальников, А. Ф. Филиппченко.

Э. К. СОЛОМАТИНА

Информация

Рентгеновский источник в центре Галактики М33

Спиральная галактика М 33 (созвездие Треугольника) — одна из ближайших, расстояние до нее составляет 550 све-

товых лет. С борта спутника «ЭЙНШТЕЙН» в этой галактике обнаружено 11 дискретных рентгеновских источников. Природа их связывалась с аккрецией вещества на нейтронную звезду или черную дыру в двойной системе. Особый интерес исследователей вызвал источник, обозначен-

ный X-8 и расположенный точно в направлении на центр галактики М 33. Дело в том, что рентгеновская светимость этого источника оказалась аномально большой — 10 эрг/с в диапазоне 0,15–4,5 кэВ. Другие ярчайшие источники, расположенные в нашей Галактике или, например, в ту-

манности Андромеды, по крайней мере в несколько раз слабее.

С борта спутника EXOSAT вновь были проведены наблюдения этого загадочного источника. Нужно было, в частности, ответить на вопрос: является ли источник переменным? Во временном интервале от 100 с до 15 ч переменность обнаружить не удалось. Подтвердились прежние данные об аномально большой рентгеновской светимости источника. В чем причина? Одна из возможностей — ядро галактики М 33 принадлежит к классу активных. Но тогда возникает проблема: почему это ядро проявляет активность только в рентгеновском диапазоне, а не в радио- и инфракрасном? Возможно, что источник X-8 — наложение излучений многих источников, пространственно близких друг к другу. Но почему так много ярких источников в центре М 33? В нашей Галактике светимость центрального источника не превышает 10^{36} эрг/с, в центре галактики М 31 расположен источник со светимостью 10^{38} эрг/с. Не исключено, что X-8 в галактике М 33 — новый тип рентгеновских источников, природу которых еще предстоит выяснить.

Astronomy and Astrophysics, 1987, 175, 1

Новый метод расчета атмосферной рефракции

Почти два тысячелетия рефракция — преломление света небесных тел в атмосфере — изучается астрономами. Учет астрономической рефракции при угловых измерениях положений небесных тел — одна из основных задач классической астрометрии. Актуаль-

ность этих работ не снижается с течением времени по двум причинам. Во-первых, неуклонно повышаются требования к точности угловых измерений вследствие прогресса астрометрии, усовершенствования ее инструментальных средств и методов обработки результатов наблюдений. Во-вторых, в возрастающем темпе развивается раздел науки, называемый физикой атмосферы, что дает возможность совершенствовать подходы к решению разного рода задач, в частности расчету эффекта рефракции.

Современный этап исследования астрономической рефракции нашел отражение в цикле работ И. С. Гусевой (Главная астрономическая обсерватория АН СССР, Пулково), где предложен новый метод моделирования атмосферы в зависимости от температуры, давления и влажности воздуха в месте наблюдения. При этом используется реальный температурный профиль и некоторые законы современной физики атмосферы. Такой подход существенно ближе к реальности, чем развиваемые ранее представления — «экспоненциальная», «политропная» и другие модели атмосферы. Теперь разработан способ вычисления атмосферной рефракции для любых условий в месте наблюдения, а также для больших зенитных расстояний — до 90° включительно.

Уже давно получили известность и пользуются хорошей репутацией «Таблицы рефракции Пулковской обсерватории». На базе новой методики вычислены более точные значения астрономической рефракции, которые и составили основную часть пятого издания этих таблиц (под редакцией В. К. Абалакина).

Доктор
физико-математических наук
И. Н. МИНИН

Снимок кружковца

Почти 20 лет при Курском областном планетарии работает астрономический кружок, состоящий из учащихся школ и технических училищ. В последние годы члены кружка фотографируют звездное небо, пытаются получить снимки метеоров.

30 июля 1986 года после полудни кружковец Эдуард Гречкин фотографировал не-



подвижной камерой «Киев-4А» звездное небо в области созвездия Лебедь, надеясь получить на пленке 65 ед. ГОСТа метеоры из потока κ Цигнид. Около двух часов ночи он увидел в созвездии Лебедя яркую вспышку (примерно -4^m), которая быстро перемещалась и вскоре погасла. Она оказалась зафиксированной на фотопленке. По-видимому, Э. Гречкину удалось сфотографировать болид. Скорее всего, затвор фотоаппарата сработал раньше, чем погас болид.

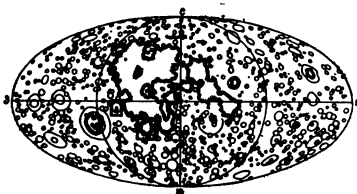
Ю. Н. КЛЕВЕНСКИЙ

Море Влажности и Море Облаков

Доктор физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО

Продолжая обзор морских образований, расположенных на видимом полушарии Луны, обратим внимание на два кольцевых моря в южной его части. Эти темные равнины примыкают к Океану Бурь и выглядят как большие заливы. Речь идет о **Море Влажности** и **Море Облаков**. Признаки кольцевой структуры наиболее четко прослеживаются у Моря Влажности, внутренняя темная равнина которого имеет диаметр более 400 км. Море Облаков крупнее. По площади оно примерно в два раза больше Моря Влажности. Однако если сравнить исходные кольцевые структуры, которые и составляют основу каждого из морей, то окажется, что они примерно одинаковы по размерам. В структуре Моря Влажности по отдельным элементам, частично сохранившимся в рельефе, исследователи выделили четыре кольца. Внешнее из них имеет диаметр более 750 км. Примерно такой же диаметр внешнего кольца и у впадины Моря Облаков.

Многокольцевая структура Моря Влажности, как, по-видимому, и структура Моря Облаков, образовалась около 4,25 млрд. лет назад. Заполнение кольцевых образований лавовыми потоками заверши-



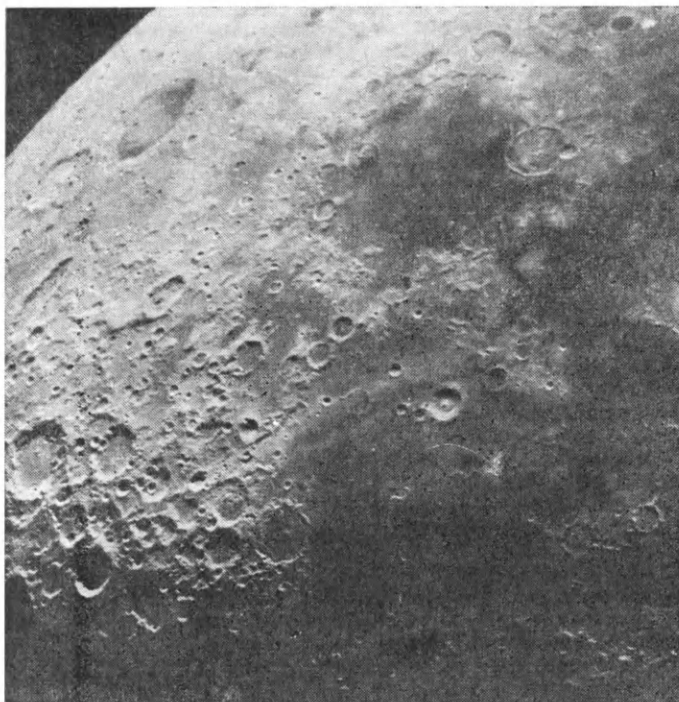
лось приблизительно 1 млрд. лет спустя после возникновения самих впадин. Наблюдаемые в Море Облаков лавы примерно на 300 млн. лет моложе тех, что покрывают основную площадь Моря Влажности.

На поверхности обоих морей наблюдается много частично или полностью «затопленных» крупных кратеров, что дает возможность оценить толщину базальтовых темных лав, заполнивших центральные области кольцевых структур. Измерения и подсчеты показали: в Море Облаков мощность застывших лав в среднем составляет 500 м, увеличиваясь в юго-западной части до 1 км. В Море Влажности толщина лав в среднем больше и в центральной части превышает 1,5 км.

Очертания Моря Влажности и Моря Облаков хорошо заметны на лунном диске, поэтому их контуры есть на всех ранних зарисовках и картах Луны. Названия этих морей

впервые появились на карте Ф. Гримальди, включенной Дж. Риччоли в его астрономическое сочинение «Новый Альмагест» (опубликовано в 1651 году). К югу от Моря Влажности и Моря Облаков расположено еще одно образование, имеющее частично темное покрытие. На карте Ф. Гримальди оно обозначено как **Залив Эпидемий**. Заметим, что у селенографов XVII века последняя четверть Луны пользовалась дурной славой — в названиях основных деталей, видимых в это время, — «бури», «дожди», «эпидемии»... По-видимому, такая особенность несет в себе элемент влияния астрологических представлений, бытовавших в то время даже среди серьезных ученых.

Во второй половине XIX века известный немецкий астроном Ю. Шмидт закончил самую подробную тогда карту видимого полушария Луны, на которой он отметил многие новые подробности рельефа. Он ввел новые названия, частично изменил уже существовавшие. В частности, Залив Эпидемий он переименовал в **Болото Эпидемий**. Вероятно, таким образом Ю. Шмидт выделял отличия этого образования от типичной морской по-



Область Моря Влажности и Моря Облаков. Фрагмент снимка, полученного вблизи фазы последней четверти

верхности. Действительно, поверхность Болота Эпидемий и по отражательной способности и по рельефу более изрезанного рельефа заметно отличается от равнин соседних Моря Влажности и Моря Облаков.

Замечательная особенность района двух морей — наличие многочисленных борозд, которые, скорее всего, можно считать тектоническими трещинами, возникшими в период формирования лавового покрытия морей и связанных с этим трансформаций поверхности.

В области границы между Морем Влажности и Морем Облаков наблюдается система протяженных трещин, они названы **Бороздами Гиппала**. Ширина их — несколько километров, а глубина — около 0,5 км. Протяженность всей системы

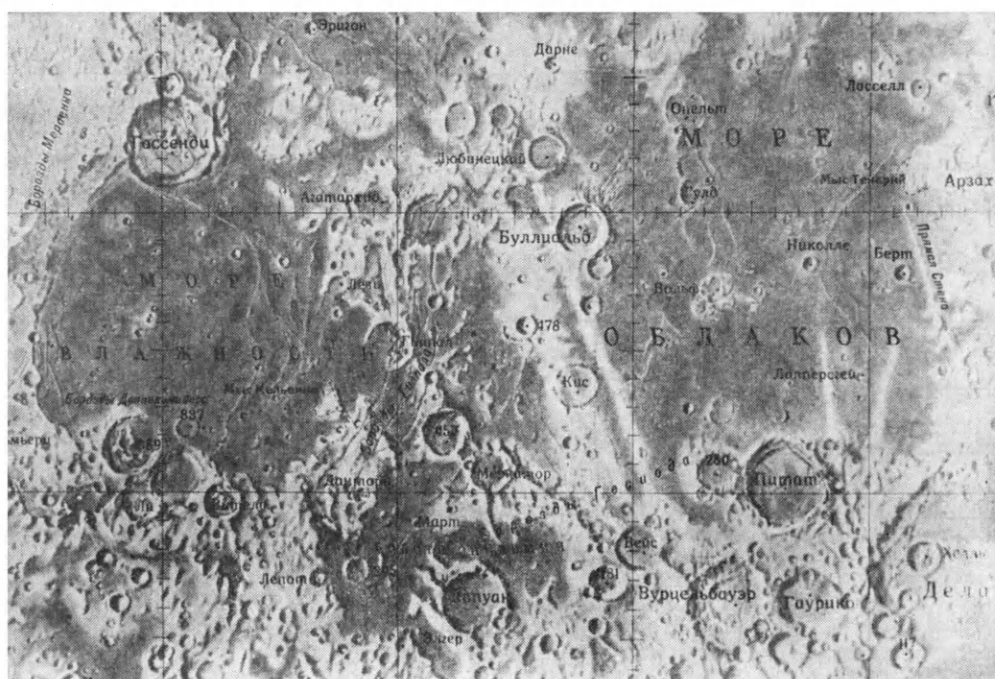
составляет 300—400 км, то есть почти равна поперечнику Моря Влажности. От Болота Эпидемий в южную часть Моря Облаков проходят похожие трещины — **Борозды Гесиода**.

Совершенно уникальное образование на лунной поверхности — строго прямолинейный сброс в восточной части Моря Облаков, получивший название **Прямая Стена**. Длина сброса — около 100 км, крутизна его составляет 25° , а высота от подножия — 300 м. Можно вообразить, какая грандиозная картина открылась бы наблюдателю, оказавшемуся у подножия сброса. Крутой склон стены уходил бы за обе стороны горизонта — ведь дальность прямой видимости на лунной равнине при нормальном человеческом росте порядка 2,5 км. Не менее интересна Прямая Стена и при наблюдении в телескоп, если только

разрешающая способность инструмента позволяет различить эту деталь рельефа.

Период наблюдений области двух морей начинается примерно 9 дней спустя после новолуния — непосредственно после фазы первой четверти. Как раз тогда утренний терминатор вступит на восточные окраины Моря Облаков. Когда Солнце едва только поднялось над горизонтом этой местности, длина теней от возвышенных образований способна в 20 раз превышать их высоту. Поэтому тень от уступа Прямой Стены в утренние часы может достигать почти 10 км. Учитывая ее протяженность по длине в 100 км, можно при хороших атмосферных условиях различить Прямую Стену уже в телескоп средних размеров.

Через сутки терминатор приблизится к кратеру Буллиаль-



да, диаметр которого — 64 км. Особенность этого образования — его появление уже в послеморской период. В целом на Луне послеморских кратеров такого крупного размера сравнительно немного. Сопоставив вид Буллиальда с видом старых, полузатопленных кратера Питат на юге Моря Облаков и кратера Любимецкий, находящегося севернее Буллиальда, нетрудно увидеть различия.

Следуя далее за утренним терминатором, наблюдатель может проследить особенности строения Болота Эпидемий и частично погребенные слоями лавы детали древнего материкового рельефа на границе Моря Влажности и Моря Облаков, а затем и на западных окраинах Моря Влажности. Следует обратить вни-

Фрагмент «Полной карты Луны» (север вверх). Используя рисунок при наблюдениях, его следует перевернуть, чтобы привести в соответствие с телескопическим изображением

мание на древний кратер Гассенди, дно которого изрезано многочисленными трещинами и бороздами, отразившими долгую и сложную историю этого образования.

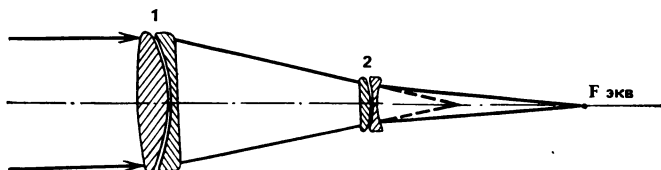
При наблюдениях в полнолуние также предстанет интересный ряд подробностей. Хорошо видны светлые лучи, пересекающие Море Облаков с юга. Исходят они от расположенного на южном материке кратера Тихо. Светлыми кольцами на темном фоне выглядят затопленные кратеры. Эта особенность еще раз подтверждает, что валы древних кратеров сложены более свет-

лыми, материковыми породами, а сами кольцевые образования принадлежат доморскому рельефу, погребенному растекавшейся базальтовой лавой морей. Примечательно выглядит в полнолуние и Буллиальд — внутри кратера мы обнаружим яркое пятно центральной горки.

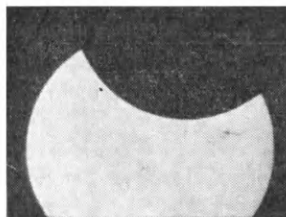
Вечерний терминатор, пересекающий оба моря с востока на запад, позволит увидеть уже знакомые образования в условиях противоположно направленного освещения, что добавит новые подробности к облику упомянутых деталей. Стоит еще раз обратить внимание на Прямую Стену. Теперь вместо темной полоски она будет выделяться светлой узкой полосой — за счет освещенного лучами заходящего Солнца отвесного склона.

Любительское телескопостроение

Фотографирование Солнца комбинированной оптикой



Оптическая схема
фотогелиографа.
1 — ахроматический
объектив;
2 — линза Барлоу



Общий вид
фотогелиографа
Частная фаза
солнечного затмения
15 декабря 1982 года.
Снимок сделан
на фотогелиографе
с комбинированной
оптикой
[пленка 65 ед. ГОСТа]

Много лет тому назад заинтересовавшись статьей А. Бойко (США), опубликованной в «Земле и Вселенной» (1970, № 5), я в конце 1981 года сделал несложный портативный фотогелиограф для фотографических и визуальных наблюдений Солнца. Оптика моего прибора состоит из ахроматического объектива диаметром 35 мм (фокусное расстояние 350 мм) и линзы Барлоу (фокусирующая линза от теодолита ТТ-50). Комбинация из этих линз позволила получить эквивалентное фокусное расстояние 2000 мм при общей длине фотогелиографа без фотоаппарата — 500 мм.

Тубус объектива с помощью винта крепится к трубе фокусирующего узла теодолита. С помощью кремальеры фокусирующего узла линза Барлоу может перемещаться вдоль оптической оси. Качество изображения в эквивалентном фокусе — хорошее, диаметр изображения Солнца в фокусе — 18 мм, на негативах отчетливо видны полутени пятен. Относительное отверстие системы — 1:58. Применяя пленку «Микрат-позитив» чувствительностью 0,02–0,5 ед. ГОСТа и выдержку 1/500 с, можно работать и без темного светофильтра. Для защиты глаза при наводке в видоискатель фотоаппарата «Зенит» установлен плотный солнечный фильтр от теодолита ТТ-50. При желании можно пользоваться экраном. Диаметр изображения солнечного диска в этом случае достигает 65 мм.

Труба инструмента крепится к азимутальной монтиров-

ке, которая легко может быть переделана в экваториальную. Несмотря на малый вес фотогелиографа (всего 2,5 кг), инструмент достаточно устойчив.

15 декабря 1982 года на своем инструменте я наблюдал частное солнечное затмение, а 13 ноября 1986 года — прохождение Меркурия по диску Солнца.

Д. В. КРИКОРЬЯНЦ
(364060, г. Грозный, 60, ул. Дудаева, 12, кв. 9)

Примечание. Схема этого фотогелиографа — классический телеобъектив, где вторая

отрицательная компонента резко увеличивает фокусное расстояние системы без заметного увеличения длины телескопа. Однако надо иметь в виду, что качество телеобъектива с двумя ахроматами всегда ниже, чем одного ахроматического объектива того же фокусного расстояния. Д. Д. Максудов в книге «Астрономическая оптика» пишет, что в таких случаях «...вторичный спектр оказывается чрезмерно большим, а качество изображения в телеобъективе явно сниженным... Но могут существовать и другие

конструкции телеобъективов, например, зеркальные или менисковые, в которых остаточный хроматизм либо вовсе отсутствует, либо ничтожно мал». Имеются в виду системы классический «кассегрен» и менисковый «кассегрен». Вместе с тем не надо забывать, что действующее отверстие объектива Д. В. Крикорьянца мало, и потому величина аберраций незначительна. Этим и объясняется довольно хорошее качество изображения в фокусе фотогелиографа.

Из опыта работы телескопостроителей

Известно, что звездные сутки короче солнечных на 4 минуты (в звездных сутках — 1436 минут, в солнечных — 1440), следовательно звездный телескоп должен делать полный оборот вокруг полярной оси за 23 часа 56 минут. Поэтому червячная пара с шестерней, имеющей 360 зубьев, не годится для часового механизма с синхронным электродвигателем, работающим от сети, и однозвенным редук-

тором между мотором и червячным винтом.

В то же время найти или нарезать шестерню с 360 зубьями гораздо проще, чем какую-либо другую. В этом случае можно использовать двухзвенный редуктор с отношениями 120:36 и 140:61. Синхронный мотор со встроенным редуктором, если скорость на выходном валу будет 2 об/мин, даст ошибку в ведении телескопа 3,7 с/сутки.

Чтобы ликвидировать завал на краю центрального отверстия 72-дюймового (1829-миллиметрового) зеркала, предназначенного для рефлектора обсерватории Виктория (Канада), это отверстие на время полировки закладывалось колотым льдом. В результате охлаждаемые части зеркала сжимались, и поверхность вокруг центрального отверстия опускалась, не подвергаясь полировке.

Информация

Слабые рентгеновские источники

Ежегодно на «рентгеновском» небе вспыхивает и гаснет несколько ярких источников — они называются **временными** или **транзиентными**. Самый яркий из них — А 0620-00 был в момент максимума втрое ярче известного источника Скорпион X-1. Некоторые из временных источников вспыхивали несколько раз. Но до последнего времени не было надежно установлено, что происходит после вспышки: исчезает ли рентгеновское излучение вовсе (аккреция на нейтронную звезду прекращается) или только ослабевает до некоторого уровня? Если вер-

но второе предположение, то какова рентгеновская светимость источника между вспышками? А чтобы ответить на этот вопрос, нужно было провести очень чувствительные наблюдения.

После запуска спутника EXOSAT его приборы направили на временные источники Орел X-1 и Центавр X-4. В первом случае никакого рентгеновского излучения обнаружить не удалось: если источник и светит, то не ярче, чем $3 \cdot 10^{33}$ эрг/с в диапазоне 0,5—4,5 кэВ. Удачными оказались наблюдения источника Центавр X-4. Рентгеновский поток был зафиксирован, и светимость источника в промежутке между вспышками оказалась примерно $4 \cdot 10^{33}$ эрг/с.

Однако, может быть, здесь

причина рентгеновского излучения — не аккреция вещества, а собственное излучение горячей нейтронной звезды? Анализ наблюдательного материала показал, что рентгеновские данные невозможно объяснить излучением черного тела (а именно так должна излучать горячая нейтронная звезда). По крайней мере в системе Центавра X-4 даже после окончания активной фазы аккреции (рентгеновская вспышка) слабое перетекание вещества красного карлика на нейтронную звезду продолжается. Скорость перетекания должна быть не меньше $4 \cdot 10^{-13}$ $M_{\odot}$ /год.

Astronomy and Astrophysics, 1987, 182, 1

БЕЙСИК— язык программирования персональных ЭВМ

Доктор
технических наук
В. П. ДЬЯКОНОВ

БЕЙСИК — диалоговый язык высокого уровня, ориентированный на пользователей персональных ЭВМ (ПЭВМ), непрофессионалов в области вычислительной техники. Обычно БЕЙСИК — интерпретирующая программа. Она последовательно опознает команды в виде английских слов и переводит их на язык машинных кодов. Это позволяет исполнять команды сразу по мере их ввода и упрощает отладку программ. Реже применяются компиляторы БЕЙСИКа. Они транслируют в машинные коды сразу всю программу. Время счета при этом уменьшается, экономится память ПЭВМ, но усложняется отладка программ. Далее предполагается, что в ПЭВМ введена интерпретирующая программа языка БЕЙСИК.

После ввода интерпретатора БЕЙСИК ПЭВМ может работать в трех основных режимах. Первый — режим непосредственного общения с ПЭВМ. В нем можно вводить любые команды и тут же наблюдать их исполнение после нажатия клавиши перевода строки ПС (в разных ПЭВМ она обозначается также и ВК, RETURN, ENTER, $\underline{\text{E}}$ и так далее).

Команды БЕЙСИКа обычно называют **операторами**. Самый распространенный оператор — PRINT (печать). Вот несколько примеров его применения:

PRINT 2*3 (число 2 умножается на 3, и результат 6 выводится на печать);

PRINT 2 (на печать выводится просто число 2);

PRINT «ПРИВЕТ» (печатается слово ПРИВЕТ),
PRINT TAB(10)* (помещает знак * на десятое знакоместо строки).

Используя в операторе PRINT арифметические выражения, можно выполнять простые вычисления. Следует, однако, помнить, что в БЕЙСИКе арифметические операции сложения, вычитания, умножения и деления обо-

значаются +, —, * и /. Число 0 записывается перечеркнутым, как $\emptyset$ (это отличает его от буквы O); запятая в десятичных числах заменяется точкой. Десятичные числа могут использоваться в форме с плавающей запятой. Например: 3E — 15 (число $3 \cdot 10^{-15}$); 5.1E21 (число $5,1 \cdot 10^{21}$) и так далее. Запись арифметических выражений близка к естественной математической форме.

Современные версии БЕЙСИКа имеют множество встроенных арифметических функций. Среди них тригонометрические (SIN, COS, TAN); обратные тригонометрические (ASN, ACS, ATN); выведение абсолютного значения числа (ABS); выделение целой части числа (INT); генерация случайного числа (RND); вызов числа π (PI или #PI); вычисление e^x (EXP), натурального логарифма $\ln x$ (LOG), квадратного корня $\sqrt{x}$ (SQR) и так далее. Аргумент функций, обычно заключается в круглые скобки. Например:

PRINT 2* $\sin$ (3) (вычисляется $2 \cdot \sin 3 = 0,282240$, где аргумент синуса задан в радианах);

PRINT EXP(2) (вычисляется $e^2 = 7,389056$);

PRINT LOG(2) (вычисляется $\ln 2 = 0,693147$),

PRINT SQR(4) (вычисляется $\sqrt{4} = 2$).

Расширенные версии БЕЙСИКа могут вычислять гиперболические функции (HSN, HCS, HTN), обратные гиперболические функции (AHS, AHC и AHT), работать с матрицами, выполнять статистические расчеты (вычислять среднее ряда чисел, дисперсию, коэффициент корреляции и так далее).

БЕЙСИК оперирует с константами и переменными различного типа. Например, с целочисленными, вещественными десятичными, шестнадцатичными и символьными переменными. Присвоить переменной X численное значение можно с помощью оператора LET, например: LET X=12 (переменной X присвое-

но значение числа 12) или $LET\ X=12\%$ (знак % указывает, что число целое). Арифметические действия с целыми числами ЭВМ выполняет всегда точно! А вот с обычными десятичными числами это не всегда так — нередко можно получить $3 \times (1/3)$ не в виде точной единицы, а, скажем, 0,999999 или 1,000001. Тут сказываются погрешности усечения чисел из-за их ограниченной разрядности.

Значения символьных переменных есть **символы** или **строки**. Например, команда $LET\ A\ \$ = \text{«ПРИВЕТ»}$ присваивает символьной переменной $A\ \$$ значение строки в виде слова ПРИВЕТ. Символьные переменные помечаются знаком $\$$ или $\$$. Отметим, что у ряда версий БЕЙСИКА слово LET не обязательно, то есть выражение $A\ \$ = \text{«ПРИВЕТ»}$ аналогично только что рассмотренному. Символьные константы заключаются в кавычки.

Для построения программ обработки текстов в БЕЙСИК включен ряд **функций символьных (или строковых) переменных**. Вот некоторые функции, присущие БЕЙСИКу диалоговых комплексов ДВК-2М:

$LEN(X\ \$)$ — вычисляет число знаков в строке;

$VAL(X\ \$)$ — преобразует строку в виде числа $X\ \$$ в реальное число;

$TRN\ \$ (STR)$ — исключает конечные пробелы в строке STR, (STR) — условное обозначение любой строки;

$SEG\ \$ (STR, N1, N2)$ — выделяет из строки STR подстроку, начинающуюся символом с номером N1 и кончая символом с номером N2;

$STR\ \$ (STR)$ — вычисляет численное значение арифметического выражения, представленного строкой STR.

С помощью выражения $DEFFN\ <Имя> = <арифметическое выражение>$ можно задать функцию пользователя. Например, выражением $DEFFN\ SEC(X) = 1/SIN(X)$ можно задать вычисление $\sec x = 1/\sin x$ с аргументом x. Функция $FN\ <Имя>$ выдает (возвращает) значение функции, ранее определенной выражением DEFFN. Например, $PRINT\ FN\ SEC(X)$ вычисляет и выдает на печать значение $\sec x$ (не забывайте, что $x=X$ должно быть предварительно определено).

Выражение $FOR\ \alpha = \beta\ TO\ \gamma\ STEP\ \delta$ позволяет организовать цикл. Здесь α — имя управляющей переменной; β и γ — ее начальное и конечное значение; δ — шаг, с которым изме-

няется управляющая переменная. Так, исполнив команды:

$FOR\ X = -1\ TO\ 1\ STEP\ .1\ PRINT\ X, SIN(X)\ NEXT\ X$, ПЭВМ выдаст таблицу значений x и $\sin x$ — при x , меняющемся в интервале от -1 до $+1$ с шагом 0,1. Обратите внимание на то, что конструкция цикла завершается оператором $NEXT\ \alpha$ (где $\alpha = X$). Если α не достигает значения γ , этот оператор обеспечивает повторение тела цикла — в нашем случае команды $PRINT\ X, SIN(X)$. В этом примере видно также, что в сложном предложении отдельные команды отделяются знаком \ (или в ряде версий БЕЙСИКА знаком :).

До сих пор использовался режим **непосредственного общения** с ПЭВМ. Второй режим — **ввод программ**. Он включается автоматически, как только команды записываются в пронумерованные строки. Для удобства работы строки нумеруют с интервалом через 5 или 10. Итак, программа на БЕЙСИКе есть совокупность строк с номерами, причем в каждой строке содержится один или несколько операторов. Вот пример простейшей программы с циклом:

```
10 FOR X=-1 TO 1 STEP .25
20 PRINT X,SIN(X)
30 NEXT X
```

Наконец, третий режим — **вычисление по введенной в ОЗУ программе**. Режим задается подачей команды RUN (бег). Введя ее, получим следующие результаты:

-1	-.841471
-.75	-.681639
-.5	-.479426
-.25	-.247404
0	0
.25	.247404
.5	.479426
.75	.681639
1	.841471

Теперь рассмотрим простой пример астрономических расчетов. Пусть требуется вычислить геоцентрическую долготу Солнца по формуле:

$$\lambda_{\odot} = \frac{360}{365,2422} D + \frac{360}{\pi} e \sin \left[\frac{360}{365,2422} D + e_g - \omega_g \right] + e_g,$$

Здесь D — число суток, прошедших с эпохи 1980,0 (см. П. Даффет-Смит. Практическая

астрономия с калькулятором. М.: Мир, 1982, с. 81), а e_g , ω_g , e и π — константы ($e_g = 278,833540^\circ$, $\omega_g = 282,596403^\circ$, $e = 0,016718$ и $\pi = 3,141593$).

Программа на языке БЕЙСИК, вычисляющая λ_0 по числу суток D , имеет вид:

```
10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ ДОЛГОТЫ СОЛНЦА
20 E1=278.834 \ W=282.596 \ E=.016718 \ P=3.14159
30 PRINT "ВВЕДИТЕ ЧИСЛО СУТОК D="
40 INPUT D
50 N=360*D/365.242
60 X=N+E1-W \ X=X/57.2958
70 G=N+360*E*SIN(X)/P+E1
75 IF G>360 THEN G=G-360 \ GO TO 75
80 PRINT "ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ ДОЛГОТА СОЛНЦА G="
90 GO TO 30
```

В строке 10 с помощью оператора REM (от слова remark — замечать, комментировать) вводится комментарий (он выводится только при выводе текста — листинга программы, но не при ее исполнении). В строке 20 заданы константы $e_g = E1$, $\omega_g = W$, $e = E$ и $\pi = P$ (обратите внимание, что их пришлось обозначить латинскими буквами — греческих в алфавите БЕЙСИКа попросту нет). В строках 30 и 40 задан диалоговый ввод D — при исполнении строки 30 ПЭВМ выводит на экран дисплея запрос:

«ВВЕДИТЕ ЧИСЛО СУТОК D= ».

По нему вводится число D , а в строке 40 переменной D присваивается значение введенного числа. Далее в строке 50 вычисляется $N = 360D/365,2422$, а в строке 60 вычисляется член исходной формулы, заключенный в квадратные скобки. Его затем приходится перевести в радианы делением на число $180/\pi = 57,29578$, так как функция $\sin x$ вычисляется на БЕЙСИКе в радианах. В строке 70 вычисляется значение $\lambda_0 = G$, а в строке 80 оно выводится на экран дисплея.

В последней строке 90 применяется команда безусловного перехода вида GOTO HC, где HC — номер строки (у нас HC=30). Она ведет к прямому переходу к строке 30, то есть запросу D .

Кроме безусловных, в БЕЙСИКе возможны и условные переходы вида: IF α <Знаки условия> β THEN <HC или список команд>. Здесь α и β — переменные (в том числе символьные) или арифметические выражения. Знаки условия могут быть: = (равно); > (больше); < (меньше); <> (не равно); >= (больше и равно) и так далее. В строке 75 эта конструкция условного перехода обеспечивает вы-

читание из результата 360° (если угол больше 360°).

Пустив программу командой RUN, получим запрос:

«ВВЕДИТЕ ЧИСЛО СУТОК D=?».

Указав, например, $D=209$, получим сообщение:

«ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ ДОЛГОТА СОЛНЦА G=124.109»

«ВВЕДИТЕ ЧИСЛО СУТОК D=?».

Таким образом можно повторить вычисления для нового значения D .

В условных переходах α и β могут быть символьными переменными. Если их значения (в смысле идентичности символов или строк) одинаковы, можно говорить о равенстве α и β . Например, если $A \text{ } \alpha = \text{«A»}$ и $B \text{ } \alpha = \text{«A»}$, то $A \text{ } \alpha = B \text{ } \alpha$. Иногда символьные переменные сравниваются по кодам их символов. В этом случае допустимы и знаки неравенства.

Повторяющиеся аргументы программ можно оформить в виде подпрограмм, завершаемых оператором RETURN (возврат). Подпрограмма выполняется при обращении к ней с помощью оператора вида GOSUB HC (где GOSUB — оператор обращения; HC — номер строки, с которой записана подпрограмма). Следующая программа с подпрограммой вычисления функции $\sin x/x$ иллюстрирует технику построения подпрограмм:

```
10 PRINT "ВВЕДИТЕ X="
20 GOSUB 40 \ PRINT "SIN(X)/X="
30 GO TO 10
40 IF X=0 THEN S=1 \ RETURN
50 S=SIN(X)/X \ RETURN
```

Обратите внимание на строку 40. Здесь особый случай — если $x=0$, то задается тождественно $S = \sin x/x = 1$ и идет выход из подпрограммы. Пустив эту программу, получим для $x=0$ значение $S=1$, для $x=1$ $S=0,841471$.

В БЕЙСИКе имеется множество служебных команд. Например, команда LIST выводит листинг (текст) всей программы; LIST HC — листинг строки с номером HC; LIST HC1, HC2 — листинг участка программы со строки HC1 до строки HC2. Команда SAVE «ИМЯ» записывает программу с заданным именем на магнитную ленту, а команда LOAD «ИМЯ» загружает программу из магнитофона в ПЭВМ.

В сложных версиях БЕЙСИКа имеется встроенный редактор программ. Он позволяет автоматически нумеровать и перенумеровывать строки, вводить исправления в любом месте листинга, стирать строки с заданными номерами или целые группы строк, осуществлять сжатие (компрессию) программы объединением строк и так далее. Однако операторы, выполняющие эти действия, могут несколько отличаться у разных версий БЕЙСИКа (например, стирание строк может вводиться операторами DELETE или CLEAR). Опытного пользователя эти отличия не смущают, а вот начинающему о них нельзя забывать.

Операторы БЕЙСИКа BEEP, SOUND и PLAY позволяют создавать различные звуковые сигналы — от простого тона до целых музыкальных фраз. Можно ухитриться и даже синтезировать человеческую речь. Простой тон с высотой звука v и длительностью звучания t получают, используя команды BEEP t , v или SOUND v , t . А оператор PLAY <список инструкций> служит для управления звуковым сопроцессором, создающим сложные многоголосые звуковые сигналы (он есть далеко не у всех ПЭВМ).

Графика ПЭВМ заслуживает особого разговора. Здесь лишь отметим, что операторы PLOT x , y и PSET x , y обычно служат для ввода точки с координатами (x, y) на экран дисплея. Операторы LINE и DRAW строят линии. Например, оператор DRAW Δx , Δy , r строит дугу (при $r=0$ — прямую) с начальной точкой (x, y) , заданной последним графиче-

ским оператором, и конечной $(x+\Delta x, y+\Delta y)$. Оператор CIRCLE x , y , r строит окружность с центром в точке (x, y) и радиусом r . В сложных версиях БЕЙСИКа этот оператор может строить и эллипсы или эллиптические дуги, содержать указания об их цвете. Операторы COLORc, INKc, BORDERc, RADERc и так далее задают цвет изображения, бордюра (окантовки) и страницы. Цвет задается кодом c (например 0 — черный цвет, 1 — синий, 2 — красный и так далее).

Многие ПЭВМ имеют графический сопроцессор. С его помощью задается построение сложных графических объектов. Предусмотрено также и задание в нужное место экрана и вывод с него графических элементов пользователя — графэм. Это облегчает создание игровых и обучающих программ (включая машинные фильмы).

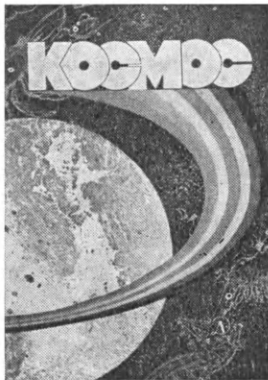
Если начинающий пользователь ПЭВМ поймет, что в обращении с ПЭВМ нет ничего таинственного и страшного — задача этой статьи выполнена. Однако, освоив «азы» БЕЙСИКа, следует перейти к изучению серьезной литературы по этому языку. Пока ее мало. Но уже в ближайшее время планируется издание ряда отечественных книг с описанием различных версий языка БЕЙСИК и прикладных программ. Автор надеется, что эта статья облегчит понимание других статей с программами астрономических расчетов на БЕЙСИКе, которые планируются к публикации в журнале «Земля и Вселенная».

НОВЫЕ КНИГИ

Детям о космосе

Школьникам среднего и старшего возраста адресована книга «Космос», выпущенная в 1987 году в Ленинграде издательством «Детская литература».

Это сборник научно-популярных статей о космонавтике и астрономии, написанных учеными, журналистами и писателями. Представляя книгу читателям, академик Ю. А. Осипьян пишет: «Книга, которую вы раскрыли, — о кос-



мосе, населяющих его объектах, о происходящих в нем физических процессах и явлениях, об открытиях и загадках, в целом же — о путях познания окружающего нас мира».

В книге четыре больших раздела — «Полет начинается на Земле», «Космос — Земле», «Факты, гипотезы, фантастика». Завершается книга краткими биографиями пионеров космонавтики.

Авторы статей затрагивают самые разнообразные вопросы. Например, читатели познако-

См. окончание на с. 95

Проблемы межзвездных перелетов

Кандидат физико-
математических
наук
Б. К. ФЕДЮШИН

Иногда спрашивают: можем ли мы в принципе обсуждать проблемы межзвездных перелетов, «созрела» ли для этого современная наука? Убежден, что можем и должны. Хотя до сих пор наука не располагает данными о планетах вблизи других звезд, о существовании внеземных цивилизаций и доказательством того, что в галактическом пространстве нет непреодолимых препятствий для межзвездных перелетов.

Но современная наука доказала — фундаментальные законы природы повсюду в Галактике одинаковы. Если реактивный принцип полета рассматривать как следствие из фундаментальных законов природы, то не только земные, но и инопланетные учены должны использовать его для сооружения звездолетов. На этом предположении мы и будем основываться при анализе возможности межзвездных перелетов.

Часто приходится слышать утверждение: раз возможны межпланетные перелеты, то возможны и межзвездные, последние, мол, только более длительные. Это совершенно неверно. В окосолнечном пространстве, действительно, не обнаружено явлений, препятствующих межпланетным полетам, но сказать то же

самое о галактическом пространстве пока с уверенностью нельзя. К тому же межпланетные полеты кратковременны по сравнению с межзвездными, так что звездолеты должны быть гораздо больше планетолегов, а значит, отличаться от них конструкцией. Наконец, для межпланетных полетов вполне достаточно реактивных двигателей на химическом топливе или сравнительно мало-мощных ядерных реактивных двигателей. Для межзвездных же полетов обязательно нужны очень мощные **ядерные реактивные двигатели**, а их создание — дело отдаленного будущего. Таким образом, мы видим, как сильно должны отличаться звездолеты от планетолегов. Единственное, что их объединяет — это реактивный принцип полета.

Обычно межзвездные перелеты делят на **медленные, быстрые и сверхбыстрые**. Если максимальная скорость звездолета много меньше скорости света в вакууме, межзвездный перелет — медленный. Относительная скорость истечения реактивной струи при этом может быть любой, даже равной скорости света в вакууме для фотонного звездолета. О медленных межзвездных перелетах писал еще К. Э. Циолковский. Ясно, что про-

должительность медленного межзвездного перелета людей даже к ближайшим звездам составит самое малое десятки и сотни лет. Для выполнения такого перелета нужно значительно продлить человеческую жизнь, либо погрузить астронавтов во время полета в длительный анабиоз, или в звездолете должна произойти смена поколений астронавтов.

Современная наука не видит каких-либо принципиальных затруднений для сооружения в обозримом или, тем более, в отдаленном будущем звездолетов для осуществления медленных и особенно очень медленных межзвездных перелетов. Однако каждому ясно, что они вряд ли устроят как инопланетных, так и земных энтузиастов научных межзвездных экспедиций.

Когда максимальная скорость звездолета будет субсветовой (сравнимой со скоростью света в вакууме), межзвездный перелет можно считать быстрым. При этом относительная скорость истечения реактивной струи тоже может быть любой, но желательно, чтобы она была субсветовой или даже равной скорости света в вакууме. Очевидно, продолжительность быстрого межзвездного перелета к ближайшим звездам составит мини-

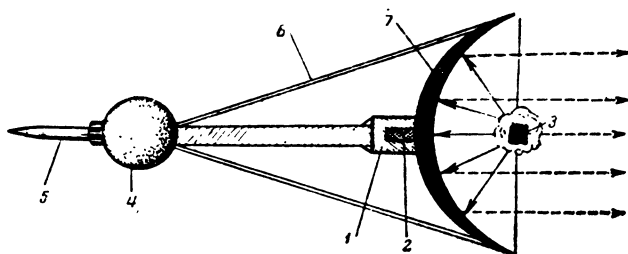


Схема фотонной ракеты

мум несколько лет, а это весьма соблазнительно. Реактивные звездолеты, способные осуществить быстрые межзвездные перелеты, называют релятивистскими ракетами (Земля и Вселенная, 1970, № 4, с. 64.—Ред.). Подобно тому, как классическая ракетодинамика основана на классической механике переменной массы, то есть на уравнении Мещерского, релятивистская ракетодинамика опирается на релятивистскую механику переменной массы покоя, то есть на релятивистское уравнение Мещерского. Это уравнение позволяет рассчитывать полет релятивистской ракеты под воздействием внешних сил, в частности ее свободный полет. В зависимости от типа ядерных реактивных двигателей рассматриваются термоядерные, ионные и фотонные релятивистские звездолеты.

Расчеты показывают, что релятивистские ракеты в ряде случаев имеют колоссальные стартовые массы. Так, одноступенчатая термоядерная релятивистская ракета, разгоняющая космический корабль с массой покоя 1000 т до максимальной скорости 150 000 км/с, при отношении массы конструкции к стартовой массе 0,001 и коэффициенте полезного действия двига-

теля 50% имеет стартовую массу $6,128 \cdot 10^8$ т. Заметим для сравнения, что одноступенчатая фотонная релятивистская ракета, разгоняющая тот же космический корабль до той же самой максимальной скорости, при отношении массы конструкции к стартовой массе 0,5 должна иметь стартовую массу всего $5,468 \cdot 10^3$ т, то есть в тысячу раз меньше. И все же собрать такие ракеты на Земле очень трудно, ведь их может раздавить собственный вес. Но зато в принципе такие ракеты можно собрать на стационарной орбите в околоземном пространстве. Так что огромные стартовые массы, вопреки установившемуся мнению, не являются непреодолимыми препятствиями для сооружения релятивистских ракет. Дело совсем в другом.

Чтобы развить скорости релятивистских ракет до субсветовых, требуются очень мощные ядерные реактивные двигатели. Двигатели эти, конечно, не идеальны. Согласно законам термодинамики, часть тепла неизбежно будет рассеиваться внутри звездолета и ее необходимо отводить в космос во избежание перегрева звездолета. Предлагаются два пути теплоотвода: лучеиспускание с поверхности звездолета в космос и испарение

какого-то вещества, окружающего реактор двигателя (нагретые пары затем можно использовать для создания дополнительной реактивной тяги или просто выпускать их в космос). Расчеты показывают, что если бы поверхность звездолета излучала даже как абсолютно черное тело, то для теплоотвода лучеиспусканием потребовалась бы колоссальная площадь излучающей поверхности. Расчеты эти не представляют особых трудностей, поскольку хорошо известны законы теплового излучения тел. Например, для рассмотренной выше термоядерной ракеты при собственном ускорении $9,81 \text{ м/с}^2$ площадь излучающей поверхности при ее абсолютной температуре 300 К составит $2,36 \cdot 10^8 \text{ км}^2$, в случае же рассмотренной выше фотонной ракеты — при том же собственном ускорении и той же абсолютной температуре — $3,19 \cdot 10^5 \text{ км}^2$. Такую огромную площадь излучающей поверхности ракета, конечно, иметь не может.

Чтобы осуществить второй путь теплоотвода, как показывают прикидочные расчеты, требуется огромная масса испаряемого вещества, несовместимая с массой конструкции и стартовой массой звездолета. Таким образом, невозможность осуществления теплоотвода — вот в чем непреодолимое препятствие для сооружения релятивистских ракет.

Как видим, трудности, связанные с осуществлением теплоотвода от релятивистских

* Собственным ускорением называется ускорение, которое испытывает астронавт внутри релятивистской ракеты при ее разгоне.

ракет, носят принципиальный характер. И остаются они даже тогда, когда в ракете нет жилого отсека с астронавтами, а имеется только приборный, хотя масса последнего гораздо меньше массы жилой части. Может ли современная наука указать выход из «теплоотводного тупика»? Да, кое-что уже можно сказать.

Недавно была предложена чрезвычайно интересная идея термоядерного звездолета или планетоледа, которая дает надежду на ликвидацию «теплоотводного тупика». Звездолет имеет форму тороида (бублика), по периферии которого идет сверхпроводящая обмотка, а в ней циркулирует постоянный электрический ток. Как известно, в сверхпроводящей обмотке тепло не выделяется. Ток создает вокруг тороида постоянное неоднородное магнитное поле, обладающее цилиндрической симметрией, причем ось симметрии совпадает с осью тороида. Магнитное поле полностью поддается расчету. Как же возникает реактивная струя? Из тороида в противоположном полету направлении выбрасываются микрокапсулы с термоядерным горючим, например дейтерием. Отлетев на определенное расстояние от тороида, микрокапсула подвергается одностороннему облучению мощных лазеров, расположенных внутри тороида. Происходит термоядерный микровзрыв с образованием легких ядер, которые летят не только от тороида, но и к нему. Однако связанное с тороидом магнитное поле, действуя как магнитное зеркало, отталкивает назад все летящие к тороиду легкие ядра и формирует таким образом необ-

ходимую для полета мощную реактивную струю.

Эта модель звездолетов или планетолеов (их можно называть **полевыми**) заманчива, поскольку «теплоотводный тупик» для них отсутствует. Конечно, из-за работы мощных лазеров внутри таких звездолетов тепло будет накапливаться. Но все же основной источник теплонакопления — реактор, формирующий реактивную струю, — вынесен в космос в отличие от обычных релятивистских ракет. Нагрев полевого звездолета будет поэтому гораздо меньше. Вот почему разработка полевых космических аппаратов в классическом (планетолеты) и релятивистском (звездолеты) вариантах может оказаться перспективной для осуществления межпланетных и межзвездных

перелетов. Прикидочные расчеты показывают, что полевым термоядерным звездолет, несущий космический корабль с массой покоя 1000 т с максимальной скоростью 150 000 км/с при коэффициенте использования термоядерного горючего 50%, имеет стартовую массу, значительно превышающую стартовую массу рассмотренной выше термоядерной релятивистской ракеты, но проблема теплоотвода полностью разрешима. Что же касается практических трудностей, то их, конечно, и на этом пути очень и очень много...

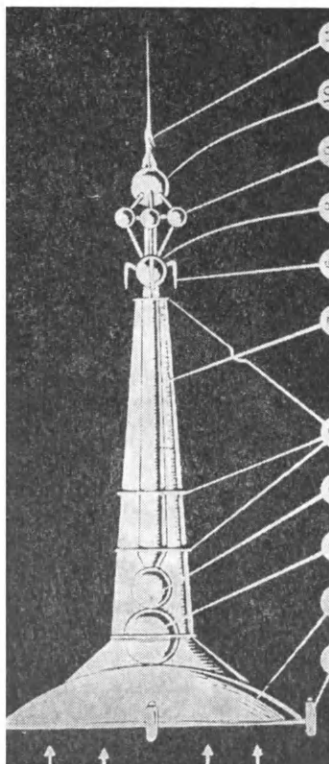
В настоящее время рассуждать о сверхбыстрых межзвездных перелетах, в которых максимальная скорость звездолета превышает скорость света в вакууме, могут только писатели-фантасты. Современная физика не дает даже намека на возможность передвижения материальных тел со скоростями, большими скорости света в вакууме (Земля и Вселенная, 1987, № 3, с. 37.—Ред.).

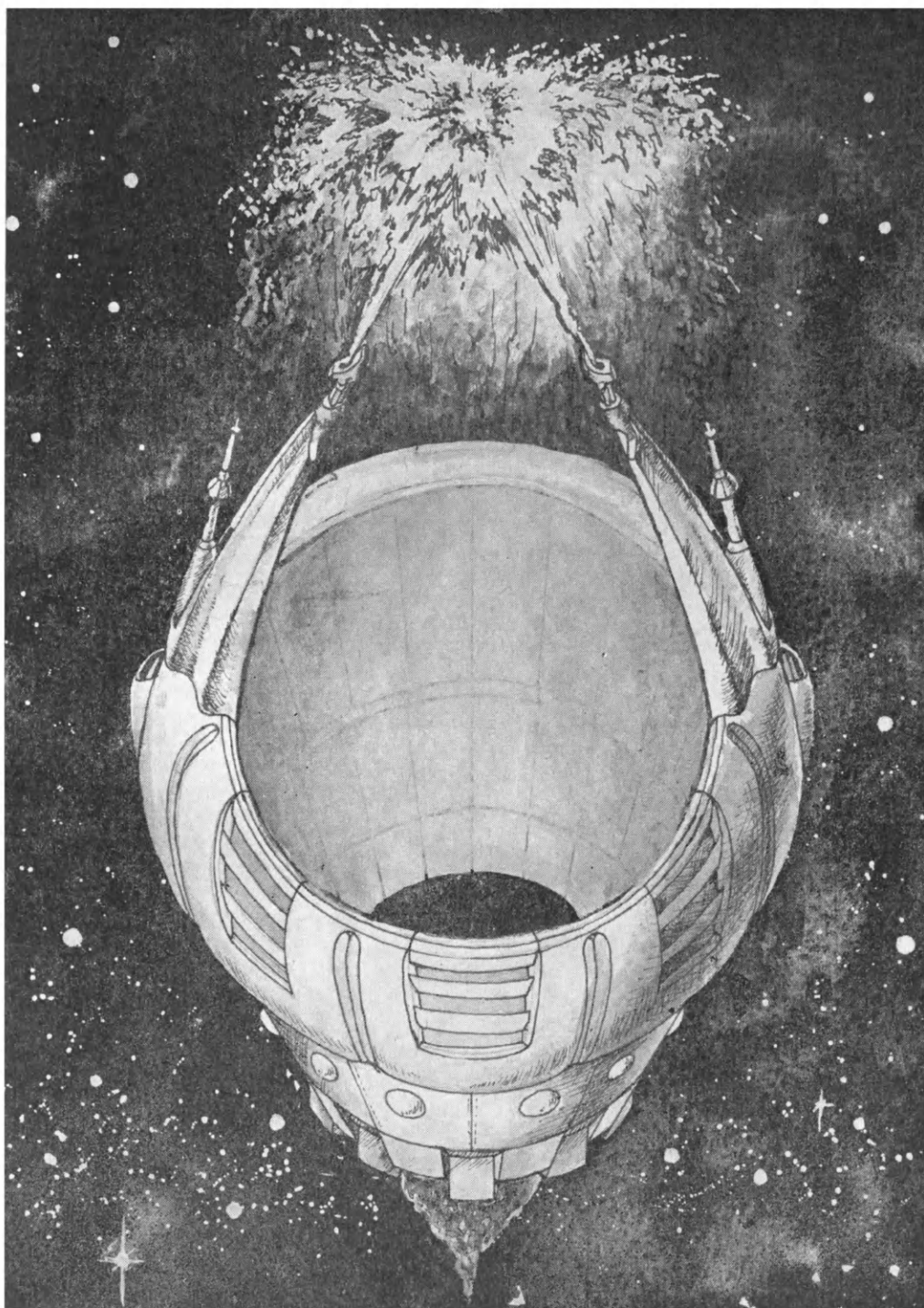
Интересно проанализировать с позиций науки различные принципы сверхбыстрых межзвездных перелетов, выдвинутые писателями-фантастами. К сожалению, это пока не приводит к положительным результатам. Бесплодными оказываются попытки опровергнуть теорию относительности и основанную на ней релятивистскую механику лишь для того,

Схема фотонного звездолета

Полет термоядерного полевого звездолета или планетоледа. Его идея дает надежду на ликвидацию «теплоотводного тупика»

Рисунок А. В. ХОРЬКОВА

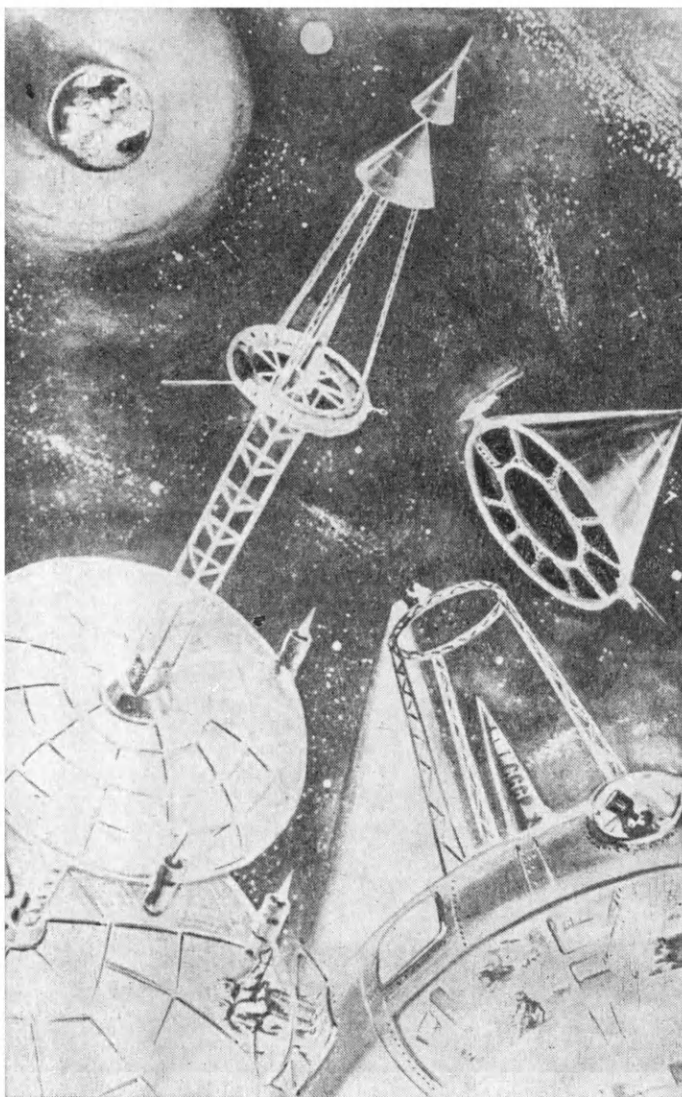




чтобы обосновать возможность сверхбыстрых межзвездных перелетов. Теория относительности, как и всякая физическая теория, «работает» в определенной области и при определенных условиях, так что надо не опровергать ее, а искать такие области и такие условия, где она перестает быть верной. Такие области и такие условия пока не удалось найти ни физикам-теоретикам, ни физикам-экспериментаторам. Итак, медленные межзвездные перелеты с астронавтами малоэффективны из-за колоссальности межзвездных расстояний. В принципе можно предположить, что инопланетяне, планетная система которых близка к нашей, когда-то в прошлом и совершили медленный межзвездный перелет, чтобы посетить Землю,

но это представляется очень и очень маловероятным. Не говоря уж о регулярных посещениях Земли посредством медленных межзвездных перелетов — они вообще не имеют смысла из-за их длительности. А вот присылка автоматического зонда, надежного и рассчитанного на длительную работу, кажется разумной и вполне реальной. Если, конечно, соседние инопланетяне действительно существуют и интересуются тем, что происходит на Земле.

Фантазируя, можно допустить, что высокоразвитая инопланетная цивилизация создала полевой релятивистский звездолет и, будучи нашей близкой соседкой по Галактике, уже присылала и продолжает присылать на Землю своих представителей. Но это, во-первых, не подтверждается опытом, а во-вторых, быстрый межзвездный перелет настолько сложное дело, что его осуществление даже высокоразвитой инопланетной цивилизацией (тем более неоднократно) тоже очень маловероятно. Не более чем фантастичным можно считать предположение о том, что «космические соседи» владеют секретом сверхбыстрых межзвездных перелетов. Наконец, немалые трудности должны возникнуть и при осуществлении межзвездного перелета с автоматическим зондом, хотя такой перелет «проще», чем с участием астронавтов.



Возможно, так будет выглядеть на околоземной орбите межзвездный корабль будущего перед полетом к далеким мирам

Нейтронная звезда

ЛАРРИ НИВЕН

III

Мне показалось, что вспыхивающий световой нимб увеличивается в размере, но он вспыхивал так редко, что никакой уверенности в этом не было. Даже в телескопе звезда не показывалась. Я плюнул и решил просто ждать.

Вспомнилось давнишнее лето, проведенное на Джинксе. Когда наружу просто невозможно было вылезти из-за нестерпимого сине-белого солнечного света, мы развлекались тем, что наполняли воздушные шарики водопроводной водой и бросали с третьего этажа на тротуар. Получались очень красивые рисунки, но они быстро высыхали. Мы попробовали добавлять в воду немного чернил — тогда рисунок оставался.

Соня Ласкина находилась в одном из кресел, когда их сорвало с опор. Анализ крови показал, что Питер ударился о кресла сзади, как шарик с водой, брошенный с большой высоты. Что же все-таки могло проникнуть сквозь корпус «Дженерал Продактс»?

Еще десять часов падения. Я отстегнул предохранительные ремни и отправился на контрольный обход. Ширина переходного тоннеля составляла три фута — достаточно, чтобы без особых неудобств пробираться по нему в невесомости. Внизу тянулась трубка реактора, слева находилась лазерная пушка, справа — ряд

кабелей, ведущих к контрольным точкам гироскопов, батареям, генератору, воздушному агрегату и переключателям на гиперпространственные двигатели. Все было в полном порядке — кроме меня самого. Меня одолела какая-то неповоротливость. Прыжки мои были то слишком длинными, то слишком короткими. В конце не было предусмотрено достаточно места для поворота, и пришлось пятиться пятьдесят футов, чтобы добраться до боковой трубы.

Осталось шесть часов, а нейтронной звезды все не видно. Может быть, я смогу увидеть ее лишь на мгновение, когда перевалю за половину световой скорости.

Кажется мне это, или звезды действительно голубеют?

Осталось два часа. Точно, они голубеют. Неужели у меня уже такая скорость? Тогда сзади они должны быть красными. Но там их загораживали двигатели, и я решил воспользоваться гироскопами. Корабль поворачивался с потрясающей неохотой. А позади звезды не были красными — они были голубыми. Бело-голубые звезды со всех сторон!

Представьте себе свет, падающий в исключительно крутую гравитационную яму. Его скорость не будет расти, ведь свет не может двигаться быстрее света. Но энергия и частота его станут увеличиваться.

Я поведал об этом диктофону. Про себя я только удивлялся, до какой степени свет

может прибавлять в интенсивности.

«Скайдайвер» опять принял вертикальное положение, так что ось его проходила через нейтронную звезду, но на сей раз носом наружу. Я-то полагал, что остановил его в горизонтальном положении. На редкость неуклюжая машина. Я взялся за гироскопы. Корабль по-прежнему двигался неохотно, словно в вязкой патоке, явно предпочитая, чтобы его ось проходила через нейтронную звезду.

Мне это совсем не понравилось.

Я еще раз попытался сманеврировать — «Скайдайвер» опять упирался. Но теперь это было уже что-то иное. На меня явно действовала какая-то сила.

Тогда я отстегнул предохранительные ремни и полетел в нос корабля головой вперед.

Тяга была небольшой, около одной десятой g. Это скорее напоминало не падение, а погружение в патоку. С трудом я забрался обратно в кресло, пристегнул ремни и теперь висел лицом вниз, обращаясь к диктофону. Я рассказал ему все, что со мной происходило, с такими зубодробительными подробностями, что мои гипотетические слушатели явно поставят под сомнение мою умственную полноценность. «Думаю, что именно это и произошло с Ласкиными, — закончил я. — Если тяга увеличится, сообщу».

Что так оно и будет, я не сомневался ни минуты. Эта

Окончание. Начало см. в № 1, 1988 г.



странная мягкая тяга была непонятна, и эта необъяснимая сила убила Сою и Питера Ласкиных. Что и требовалось доказать.

Звезды вокруг той точки, где следовало находиться нейтронной звезде, напоминали пятнышки масляной краски, размазанные в радиальном на-

правлении. Они ослепительно сверкали злым, болезненным светом. Я повис на ремнях лицом вниз и попытался заставить себя думать.

Только через час я смог, наконец, сказать, что начинаю кое-что понимать. Тяга росла. И мне предстояло падать еще целый час.

Сила действовала на меня, но не действовала на корабль.

Ерунда! Что в состоянии достать меня через корпус «Дженерал Продактс»? Нет, дело обстоит как-то иначе. Что-то отталкивает корабль, сбивая его с курса.

Если станет хуже, включу движок для компенсации. Пока что на корабль еще действует какая-то отталкивающая сила, хотя до BWS-1 уже рукой подать.

А если это не так, если корабль не отталкивается от звезды? Тогда «Скайдайвер» прямехонько влетит в одиннадцатую милю нейтрония.

Но почему не срабатывает ракета? Если корабль отклоняется от курса, автопилот должен загонять его назад. Акселерометр вроде в порядке. Во время моей прогулки по переходному тоннелю он выглядел вполне прилично.

Может ли что-либо действовать на корабль и на акселерометр, и при этом никак не действовать на меня?

Все сводилось к той же невероятной версии. Некая сила, способная проникать сквозь корпус «Дженерал Продактс».

— К черту теории,— сказал я себе.— Тяга опасно возросла,— сказал я диктофону.— Попытаюсь изменить орбиту.

Конечно, как только я выпущу корабль наружу и выпущу ракету, к неизвестной силе добавится еще мое собственное ускорение, но в течение какого-то времени я это выдержу. Если же я подойду на милю к BWS-1, я кончу, как Соня Ла-

скина.

Наверное, вот так и она висела лицом вниз в сети предохранительных ремней, но, в отличие от меня, у нее не было в руках пульта дистанционного управления — ждала, пока давление не возросло настолько, что ремни врезались ей в тело, ждала, пока они не порвались и ее не выбросило в нос корабля, где она лежала разбитая и раздавленная, пока неизвестная сила не сорвала и кресла тоже, и не швырнула их на нее.

Я рванул гироскопы.

Нет, повернуть корабль они не могли. Три раза я тщетно пытался это проделать. Каждый раз корабль поворачивался градусов на пятьдесят и неподвижно висел под нарастающий вой гироскопов. Стоило их отпустить — и он немедленно возвращался в исходное положение. Я летел носом вниз к нейтронной звезде, и, похоже, другого пути у меня не было.

Осталось полчаса, а неизвестная сила перевалила уже за g . Отчаянно ломило голову. Глаза налились и готовы были вылезти из орбит. Не знаю, могла бы мне сигарета — не было возможности для эксперимента. Моя пачка «Фортунадос» выпала из кармана, когда я падал в нос корабля. Там она сейчас и пребывала — наглядное доказательство того, что неизвестная сила, помимо меня, действует и на другие предметы. Очаровательно.

Нет, дальше так продолжаться не может. Если им очень хочется, чтобы я со скрежетом врезался прямо в эту чертову нейтронную звезду, то, пожалуй, пора воспользоваться движком. Что я и сделал. Я наращивал мощность кораб-

ля, пока не наступила невесомость. Кровь, загнанная в конечности, вернулась на место. Шкала ускорений показала $1,2g$. Я обозвал ее бессовестным лживым роботом.

Пачка сигарет покачивалась где-то в носовой части, и мне пришлось в голову, что, добавив капельку мощности, я заставлю ее подплыть поближе. Я попробовал. Пачка легонько начала дрейфовать ко мне, я протянул руку — но она ускори-лась, словно разумное существо, и увильнула. Я снова попытался схватить ее, когда она проплывала мимо уха — опять ускользнула. Эта чертова пачка неслась, однако, с адской скоростью, если учесть, что мы находились в состоянии невесомости. Она пролетела в дверь комнаты отдыха, все набирая скорость, и исчезла в переходном тоннеле. Через несколько секунд я услышал мощное «Бум!».

Это уже начинало напоминать безумие. Неизвестная сила снова принялась гнать кровь к моему лицу. Я вытащил зажигалку, отставил ее на расстояние вытянутой руки и отпустил. Она мягко поплыла в сторону носа. А бумажная пачка «Фортунадос» ухнула так, будто я ее сбросил с небоскреба.

М-да..

Я еще добавил мощности. Ворчание водорода в реакторе ненавязчиво напоминало о том, что, продолжая в том же духе, я сумею, пожалуй, подвергнуть корпус «Дженерал Продактс» самому жесткому испытанию из всех возможных — столкновению с нейтронной звездой на половинной скорости света.

При $1,4 g$ по этой нагло врущей шкале зажигалка остановилась и поплыла мне навстре-

чу. Я посторонился. Она уже явно находилась в падении, когда достигла дверного проема. Я сбросил тягу. Потеря мощности грубо рванула меня вперед, но я постарался не упускать зажигалку из виду. Она слегка замедлилась возле входа в тоннель. Но решила все-таки, что ей нужно туда. Я наострил уши — и буквально подпрыгнул на месте, когда весь корабль зазвенел, словно гонг.

Акселерометр помещался точно в центре масс корабля. Иначе масса корабля отбросила бы стрелку. Кукольники всегда были приверженцами нечеловеческой точности.

Я удостоил диктофон нескольких кратких замечаний и приступил к изменению программы автопилота. К счастью, задача моя была несложной. Незвестная сила так и оставалась для меня неизвестной, но теперь я хоть знал, как она себя ведет. С этим уже можно было жить.

Ослепительно голубые звезды вблизи той самой точки размазывались, превращаясь в полоски. Мне казалось, что теперь я видел ее, эту звезду, — крошечное, расплывчатое красное пятнышко — а может, это было всего лишь воображение. Через двадцать минут я буду уже ее огибать. Движок что-то ворчал позади. Находясь в состоянии невесомости, я отстегнул ремни и вытолкнул себя из кресла.

Слабый толчок в сторону кормы — и призрачные пальцы схватили меня за ноги. Спинка кресла висела на пальцах рук десятифунтовым грузом. Давление должно быстро упасть. Я запрограммировал автопилот на сброс усилия от 2 g до нуля в течение ближайших двух ми-

нут. Единственное, что от меня требовалось — это находиться в центре масс — в переходном тоннеле, когда тяга двигателя упадет до нуля.

Какая-то сила вцепилась в корабль. Психокинетическая форма жизни, осевшая на солнце диаметром в одиннадцать миль? Но как может что-либо живое вынести такую гравитацию? А вдруг, это «что-то» обитает прямо на орбите? В конце концов, кто ее знает, сама BWS-1 могла оказаться живой. Мне уже было все равно. Я знал, чего хотела неизвестная сила. Она хотела разорвать корабль на части.

На пальцы больше не давило. Я оттолкнулся в сторону кормы, приземлился согнутыми ногами на заднюю стенку и склонился над дверью, глядя вниз в сторону кормы. Дождавшись невесомости, я протиснулся в дверь и оказался в комнате отдыха, теперь глядя вниз и вперед в направлении носа корабля. Гравитация менялась быстрее, чем мне бы хотелось. С приближением нулевого часа неизвестная сила росла, а компенсирующая реактивная тяга падала. В носовой части неизвестная сила была равной 2 g и направлена вперед, в кормовой составляла столько же, но была направлена назад, в центре масс она падала до нуля. По крайней мере, я на это надеялся. И зажигалка, и пачка вели себя так, будто действовавшая на них сила росла с каждым дюймом по мере их приближения к корме.

Диктофон маячил в пятидесяти футах ниже, в абсолютной недостижимости. Если я собирался что-то еще сообщать «Дженерал Продактс», ничего не оставалось, как делать это

лично. Не исключено, что такая возможность мне еще представится. Потому что теперь я знал, что за сила пыталась разорвать корабль.

Это была приливная сила гравитации.

Когда двигатель отключился, я находился точно в середине корабля. Поза распростертого орла начинала причинять некоторые неудобства. До перигелия оставалось четыре минуты.

Что-то скрипнуло подо мной в кабине. Я не видел, что, но зато теперь я ясно различал красную точку, сверкавшую посреди синих радиальных линий, как фонарь на дне коллодца. По бокам, в просветах между реакторной трубой и резервуарами, звезды сияли почти фиолетовым светом. Было страшно смотреть на них долго. Казалось, от этого действительно можно ослепнуть.

И вдруг, почти в мгновение ока, красная точка перестала быть просто точкой. Красный диск прыгнул навстречу, корабль повернулся вокруг меня, я поглубже вдохнул и крепко зажмурил глаза. Гигантские руки вцепились в мою голову и конечности и мягко, но настойчиво попытались разорвать меня надвое. В этот момент мне пришло в голову, что вот так и погиб Питер Ласкин. Он пришел к тем же догадкам, что и я, и попытался спрятаться в переходном тоннеле. Но он соскользнул. Вот как соскальзывал сейчас я...

Когда я открыл глаза, красная точка таяла в небытии.

IV

По настоянию президента кукольников меня поместили в госпиталь для обследования. Я не возражал. Лицо и руки у меня были в волдырях ярко-

красного цвета, и все побелело так, будто меня долго били. Покой и нежный заботливый уход — именно в них я сейчас и нуждался.

Когда вошла сестра, чтобы объявить о посетителе, я висел между парой до безобразия неудобных спальных плит. По особому выражению ее лица я сразу понял, кто это пришел меня навестить.

— Что может проникнуть сквозь корпус «Дженерал Продактс»? — спросил я кукольника.

— Я думал, что вы мне об этом сообщите. — Президент стоял на своей единственной задней ноге, держа во рту палку, испускающую зеленый дым с запахом ладана.

— Сообщу, пожалуй. Гравитация.

— Не надо шутить со мной, Беовульф Шеффер. Это дело жизненно важное.

— Я не шучу. В вашей системе есть луна?

— Это секретная информация.

Кукольники — порядочные трусы. Никто не знает, откуда они взялись, да, похоже, так никто и не узнает.

— Представляете ли вы, что произойдет с луной, если она окажется слишком близко от планеты, вокруг которой вращается?

— Она распадется на куски.

— Почему?

— Не знаю.

— Вы знаете, что такое приливы?

— Что такое приливы?

«Ну и ну», — сказал я себе.

— Попытаюсь объяснить.

Луна — спутник Земли — имеет почти две тысячи миль в диаметре и обращена к Земле

всегда одной стороной. Рассмотрим две скалы на Луне, одну — в точке, ближайшей к Земле, другую — в самой отдаленной.

— Очень хорошо.

— Не очевидно ли, что, предоставленные самим себе, вместе они вращаться не будут? Они находятся на совершенно разных орбитах — концентрических орбитах, — причем отстоящих друг от друга почти на две тысячи миль. Тем не менее эти скалы вынуждены двигаться с одной орбитальной скоростью.

— Та, что снаружи, движется быстрее.

— Верно замечено. Стало быть, имеется сила, стремящаяся разорвать Луну. Этому противостоит сила гравитации. Поместите Луну достаточно близко к Земле — и эти две скалы просто уплывут в разные стороны.

— Понимаю. Значит, именно такой «прилив» пытался разорвать ваш корабль. В жилом отсеке эта сила была достаточно сильна для того, чтобы сорвать противоперегрузочные кресла с их опор.

— И уничтожить человека. Смотрите: нос корабля находился почти в семи милях от центра BWS-1, хвост — футов на сто дальше от центра. Предоставленные самим себе, они бы двигались по совершенно разным орбитам. Мои голова и ноги попытались проделать то же самое, когда корабль подошел к звезде достаточно близко.

— Понимаю. Вы линяете?

— Что-что?

— Я заметил, что вы теряете кусками ваш наружный покров.

— Ах, это... Ожог от длительного пребывания под звездным светом.

Две головы на минуту установились друг на друга и снова вернулись в прежнее положение. Это что, пожатие плечами?

— Мы депонировали остаток вашего заработка в банке Нашего Достижения, — сказал кукольник. — Некто Зигмунд Аусфаллер, человек, заморозил ваш счет на то время, пока не будут подсчитаны налоги.

— Странно, если бы он этого не сделал.

— Если вы хотите сейчас поговорить с журналистами, объясняя то, что произошло с институтским кораблем, мы заплатим вам сто тысяч старов. Мы заплатим наличными, и вы сможете немедленно ими воспользоваться. Это срочно, потому что были кое-какие слухи.

— Пускай заходят. — Затем, немного подумав, я добавил: — Еще я им, пожалуй, расскажу, что в вашей системе нет луны. Можно пустить куда-нибудь в качестве примечания.

— Я не понимаю. — Но две длинные шеи втянулись вовнутрь, и кукольник наблюдал за мной, словно пара питонов.

— Если бы у вас была луна, вы бы знали, что такое прилив. Без этого не обойтись.

— Не были бы вы заинтересованы в...

— В миллионе старов? С превеликим удовольствием. Могу даже подписать контракт, если в нем точно будет указано, что же именно мы с вами скрываем. А как вам нравится, когда вас шантажируют?

Перевод с английского
Н. Флеровой
Рисунок А. Хорькова

Советская космическая филателия в 1987 году

В. А. ОРЛОВ

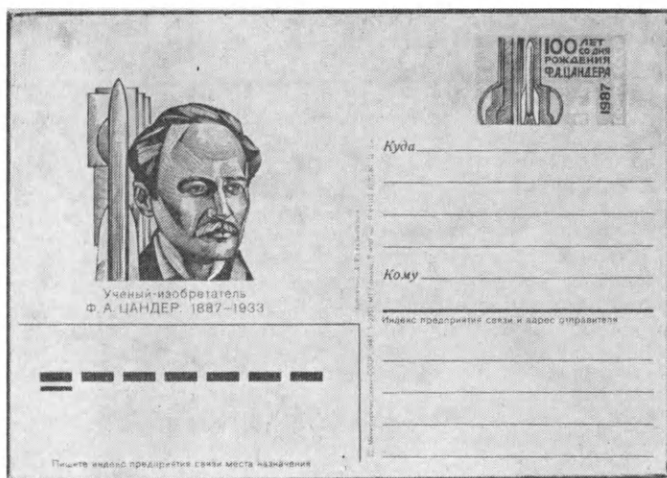
Надолго сохранится в памяти 1987 год — год 70-летия Великой Октябрьской социалистической революции и 30-летия космической эры. Почтовые марки и конверты 1987 года на космическую тему были посвящены различным событиям. Это и недавно завершённые космические полеты, юбилейные даты в истории космонавтики и юбилеи пионеров освоения космоса, и новые вехи в развитии международного сотрудничества по освоению космоса.

Советско-сирийскому международному пилотируемому полету (22.07—30.07.1987) советская почта посвятила крупноформатную серию из трех марок и блок. Сюжеты марок многоплановы. На них изображены члены международного экипажа, занимающиеся на тренажерах в Центре подготовки космонавтов, старт ракеты-носителя с космическим кораблем «Союз ТМ-3», совместная работа на борту станции «Мир» экспедиции посещения (А. Викторенко, А. Александров, М. Фарис) и основного экипажа (Ю. Романенко, А. Лавейкин), космический комплекс «Мир» — «Союз ТМ» в орбитальном полете и схема его радиосвязи с пунктами слежения на территории СССР и Сирии. На одной из марок показан групповой портрет экспедиции посещения: космонавты в скафандрах и гермошлемах у памятника Ю. А. Гагарину в Звездном городке. На всех этих марках и блоке есть и эмблема полета. На блоке воспроизведен космический комплекс «Союз ТМ-2» — «Мир» — «Союз ТМ-3» в орбитальном полете. Четко виден переход-



ный отсек с пятью стыковочными узлами. Блок примечателен и тем, что на нем впервые в филателии показана советская космическая станция третьего поколения «Мир». В день выхода в почтовое обращение (22, 24 и 30.07.87) марки и блок гасились на специальном конверте почтовым штемпелем «Первый день».

Достижения советской космонавтики отмечены выпуском специальной серии из трех марок, исполненных в едином графическом и текстовом плане. Выпуск этой серии приурочен к Дню космонавтики. На первой марке показаны первый советский ИСЗ в орбитальном полете, планета Земля, дано условное изображение



космического пространства, сопроводительный текст такой: «30-летие запуска первого искусственного спутника Земли». Текст второй марки гласит: «25-летие первого группового полета на кораблях „Восток-3“ и „Восток-4“». А третья марка серии посвящена 25-летию запуска автоматической межпланетной станции «Марс-1» (01.11.1962). На ней показана эта АМС на фоне планеты Марс, а также планета Земля с промежуточной орбитой ИСЗ, с которой АМС стартовала к Марсу.

Юбилею запуска первого ИСЗ посвящены и два художественных маркированных конверта. Один из них (27.03.87) так и называется: «30 лет космической эры». На нем изображены этот исторический спутник, портрет Ю. А. Гагарина в гермошлеме и космический комплекс «Мир» — «Союз ТМ». Второй художественный маркированный конверт (23.04.87) выпущен в связи с проводившейся в Москве в сентябре — октябре 1987 года филателистической выставкой «Астрономия. Авиация. Космонавтика-87». На конверте — сопроводительный текст: «Посвящается 30-летию запуска первого в мире искусственного спутника Земли». Сама иллюстрация комплексная, ее основные элементы — первый ИСЗ и орбитальный комплекс «Мир» — «Союз ТМ»

на фоне условного рисунка космического пространства; почтовая марка стилизованная, с изображением планеты Земля и орбиты спутника. В дни работы выставки конверт гасился специальным художественным почтовым штемпелем, где изображены башенный солнечный телескоп, старт ракеты-носителя с космическим кораблем «Союз», современный авиалайнер Ил-86.

15 октября 1987 года советская почта впервые выпустила почтовый блок, рассказывающий о системе «КОСПАС — САРСАТ» (экспериментальная спутниковая система для определения в аварийных ситуациях с помощью ИСЗ координат радиобуев, установленных на судах и самолетах). На марке блока воспроизведен советский спасательный ИСЗ с надписью на борту «СССР. КОСПАС», а на верхнем поле блока — американский ИСЗ. Они показаны на фоне звездного неба, в орбитальном полете. Этот блок дает представление об одновременной работе двух советских спасательных ИСЗ, показано также прохождение сигналов от терпящих бедствие судна и самолета, которые изображены на фоне земного шара. Блок сопровождается пояснительным текстом: «Международная спутниковая система „SARSAT — КОСПАС“. Поиск судов и самолетов, терпя-

щих бедствие. СССР. США. Канада. Франция». Блок номерной, что означает его выпуск ограниченным тиражом. В день выхода в почтовое обращение (15.10.87) его гасили специальным художественным почтовым штемпелем на конверте «Первый день». В сюжетном плане этот блок — пока уникальное почтовое издание.

«Мирный космос — наше будущее» — под таким девизом выпущен конверт с оригинальной маркой (17.07.87). Обычно рисунок марки многоплановый, здесь же изображена только одна космическая станция «Мир». Необычен и номинал марки (30 коп.), ведь конверт предназначен для писем в зарубежные страны. Иллюстрация его состоит из четырех разных, независимых друг от друга рисунков: карта Каспийского моря и прилегающего к нему региона, составленная по снимкам из космоса; спасательные спутники системы «КОСПАС» и схема их работы в аварийных ситуациях; аппаратура для исследования биологических образцов на борту космических летательных аппаратов; ракета-носитель с космическим кораблем на борту на фоне схемы Солнечной планетной системы. В день выхода (15.10.87) конверт гасился тем же штемпелем, что и блок «КОСПАС — САРСАТ».

130-летие К. Э. Циолковского (1857—1935) отмечено выпуском трех маркированных конвертов. На конверте, выпущенном ко Дню космонавтики, воспроизведен известный памятник ученому, который установлен рядом с монументом «Космос» в Москве. На втором конверте (08.04.87) изображен его портрет с сопроводительным текстом: «Русский советский ученый, основоположник космонавтики К. Э. Циолковский. 1857—1935». А на конверте «Калуга. Монумент в честь 600-летия города» (13.07.87) показан монумент с гравированным портретом этого гениального ученого.

К 100-летию со дня рождения Ф. А. Цандера (1887—1933) выпущена почтовая карточка с оригинальной маркой (10.02.87).

Портрет и другие элементы рисунка выполнены редко встречающимся методом ксилографической гравюры (художник А. И. Калашников). Портрет Ф. А. Цандера воспроизведен на фоне рисунка первой советской ракеты с жидкостным реактивным двигателем «ГИРД-Х» его конструкции. Та же ракета изображена и на марке.

Ю. В. Кондратьюку (1897—1941) посвящен портретный маркированный конверт (21.04.87) с сопроводительным текстом: «Один из пионеров разработки основ космонавтики Ю. В. Кондратьев, 90 лет со дня рождения». В Полтаве, на родине ученого, проводилось 21 июня 1987 года почтовое гашение специальным художественным штемпелем космической тематики.

К 80-летию со дня рождения академика С. П. Королева (1907—1966) приурочен выпуск портретного конверта с оригинальной маркой и многие другие почтовые выпуски (Земля и Вселенная, 1987, № 5, с. 104.—Ред.).

В год 30-летия космической эры традиционный выпуск маркированных конвертов космической тематики отличался большим числом и разнообразием сюжетов. Сделаем их краткий обзор. Система спутниковой связи представлена в иллюстрациях четырех конвертов: «День радио» (28.11.86—1987); «День знаний» (12.12.86—1987); «Южно-Сахалинск. Станция „Орбита-2“» (16.02.87), «Пятая Всемирная выставка связи „Телеком-87“, Женева» (30.04.87). Специальный маркированный конверт (21.04.87) рассказывает о международном научном сотрудничестве в области космической физики. Он посвящен 20-й Международной конференции по космическим лучам.

Информация

Преемник «Гломара Челленджера»

С 1975 по 1983 год исследовательское судно «Гломар Челленджер» выполняло международную программу «Бурение в океане», в которой участвовали специалисты из девяти стран, в том числе советские ученые. Публикации о рейсах «Гломара Челленджера» регулярно печатались на страницах нашего журнала.

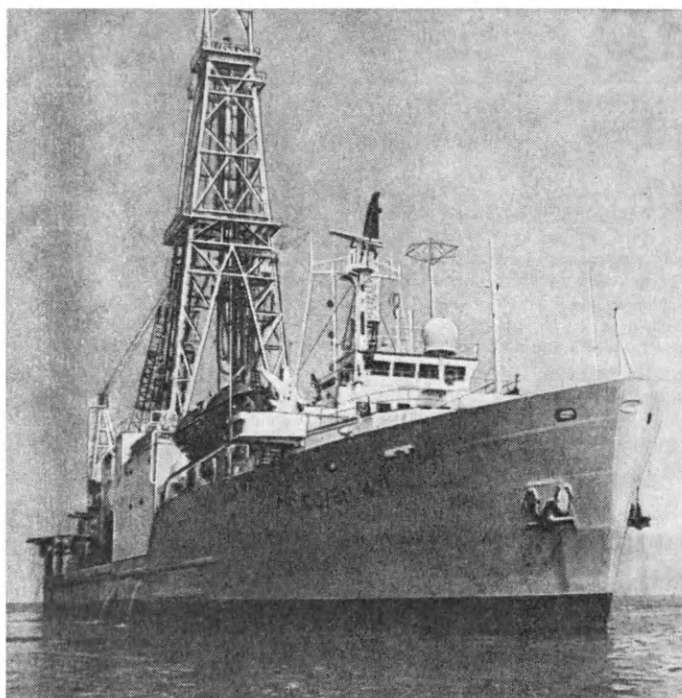
Но постепенно судно перестало удовлетворять потребностям исследований и возросшим возможностям современной техники. Поэтому в 1983 году Национальный научный фонд США приобрел новый корабль, получивший название «ДЖОЙДЕС Резолюшн» (первое слово — английская аббревиатура названия «Объединение океанографических учреждений для глубинного бурения Земли»). Размерами это судно намного превосходит своего предшественника и может вести работы в открытом море даже при восьмиметровой волне и скорости ветра до 30 м/с. В режиме бурильной платформы оно способно без заправки горючим работать 300 суток, к тому же бурение теперь можно производить и на участках дна, где отсутствует осадочный слой. Лаборатории на борту «ДЖОЙДЕС Резолюшн» оборудованы новейшей измерительной и вычислительной техникой.

Новый этап изучения морского дна по программе «Бурение в океане» начался в январе 1985 года, когда судно вышло из порта Майами (штат Флорида, США) в свой первый рейс. Однако рейсу присвоен условный номер 101. В экспедиции изучалась геологическая история Багамской карбонатной платформы — крупного района коралловых рифов восточнее полуострова Флорида. Были про-

бурены скважины глубиной до 1600 м под ложем океана и получены сведения о колебаниях уровня моря, климатических изменениях, подъеме и опускании дна.

В 102-м рейсе — на севере Атлантики — удалось провести геофизические исследования мезозойских пород морского дна и океанической земной коры, а в 103-м рейсе изучались процессы осадкообразования, связанные с возникновением рифтов в области, прилегающей к Пиренейскому полуострову. Лето 1985 года судно встретило в Норвежском море. Здесь в ходе 104-го рейса на подводном плато Верринг удалось пройти бурением слой лавовых потоков общей мощностью 750 м. В 105-м рейсе судно работало в самых высоких широтах, где когда-либо производились подобные работы: исследованиями было охвачено море Лабрадор и Баффинов залив.

Изучению геолого-геофизических характеристик дна океана в районе Срединно-Атлантического хребта был посвящен 106-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн». Тут впервые применили новую донную наводящую систему, позволяющую вести бурение полностью обнаженных пород. На осевом рифте Срединно-Атлантического хребта ученые обнаружили гидротермальную область, а на вершине плато, южнее зоны вулкана Кейн, ими открыто около десяти «черных курильщиков» (высокотемпературных источников). 107-й рейс судна проходил в феврале — марте 1986 года в Средиземном море, где изучалось строение и эволюция ложа Тирренского моря. Было пробурено 11 скважин на глубину более 3,5 тыс. м под его дном. Удалось установить, что бассейн Тирренского моря весьма молод и участок суши, ныне составляющий Калабрию, первоначально был единым с Сицилией, Сардинией и Корси-



Научно-исследовательское судно «ДЖОЙДЕС Резолюшн», выполняющее международную научную программу «Бурение в океане»

кой, но около девяти миллионов лет назад он погрузился в море. Около же 5,5 млн. лет назад пролив, соединяющий Средиземное море с Атлантикой, закрылся и море пересохло. Лишь позднее возобновилась связь между ними.

В апреле 1986 года завершился 108-й рейс судна. Он проходил в Атлантике, у северо-западного побережья Африки. В области между 2° ю. ш. и 22° с. ш. было пробурено 27 скважин. Колонки пород показали, что 2,5–3 млн. лет назад прибрежный апвеллинг (подъем придонных холодных вод) заметно усилился, специалисты это связывают с интенсивной дивергенцией — «разгоном» поверхностных слоев к северу и югу от экватора под влиянием мощных ветров. Выйдя из порта Даккар (Сенегал) в 109-й рейс,

судно продолжило изучение разлома Кейн в пределах Срединно-Атлантического хребта, где взаимодействуют две крупные плиты земной коры. Вблизи гребня хребта пробурена скважина, достигшая отметки 92 м. Поднятая колонка содержит перидотиты — кристаллические породы, образовавшиеся, как полагают, в мантии Земли. Это был первый случай, когда мантийные породы на гребне Срединно-Атлантического хребта удалось «достать» бурением.

Геологическое строение и геофизические черты дна Карибского моря в 150 милях к северу от острова Барбадос изучались в 110-м рейсе судна. В этом регионе, отличающемся сравнительно низкой сейсмичностью, впервые удалось пройти бурением сквозь плоскость главного разлома

между Североамериканской и Карибской плитами земной коры. В конце августа, уже на просторах Тихого океана, судно в ходе своего 111-го рейса приступило к исследованию явлений, сформировавших молодую земную кору в районе подводного Коста-Риканского рифта, вблизи побережья Эквадора. Поднятые на борт образцы позволяют судить о длительных процессах образования пород дна. В нижней части колонки обнаружены породы, принадлежащие слоистым дайкам вулканических образований, внедрившихся в перекрывающие их базальты. Такие формации типичны для офиолитовых комплексов, которые раньше находили только на суше.

112-й рейс судно «ДЖОЙДЕС Резолюшн» осуществляло у побережья Перу. Здесь изучались геологическая история, строение и геофизические характеристики дна океана между Перуанско-Чилийским глубоководным желобом и береговой линией континента. Результаты бурения позволили пролить свет на геотектонические процессы, происходившие тут последние 200 млн. лет. Оказалось, что 16 млн. лет назад количество осадков резко возросло. Рост нагрузки и другие факторы заставили окраину континента погрузиться вплоть до ее нынешнего уровня.

Покинув в январе 1987 года порт Пунта-Аренас (Чили) судно вышло в свой 113-й рейс, чтобы начать исследование дна моря Уэдделла, омывающего берега Западной Антарктиды. В этом районе удалось пробурить 9 скважин, причем две из них располагались всего в 60 милях от побережья ледового континента. Установлено, что ледяной щит Антарктиды возник в ходе длительного процесса, сначала охватившего лишь ее восточную часть, а через несколько миллионов лет распространившегося и на Западную Антарктиду.

В. И. СИЛКИН

История отечественного ракетостроения и космонавтики

Дважды Герой
Советского Союза
летчик-космонавт СССР
В. И. СЕБАСТЬЯНОВ

Раннее утро. Стартовый комплекс безлюден. В низких лучах солнца поблескивает бело-стальная, в розовато-желтоватых полутонах красавица «Энергия» — новая мощная ракета-носитель. Пожалуй, она похожа на сказочного богатыря, надевшего на белую крестьянскую рубаху стальную кольчугу, а на голову — стальной шлем. Такой она представляется мне на фотоиллюстрации, вынесенной на авантитул книги академика В. П. Глушко «Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР». Эта книга посвящена 30-летию космической эры, а также и самой «Энергии», ее успешному старту в третье тысячелетие, поскольку можно с уверенностью полагать, что и в грядущем веке она будет основным носителем мощного грузопотока в космос для его освоения и обживания. Именно стартом «Энергии» завершается помещенный в книгу хронологический перечень «Основные события космической эры»: «15 мая 1987. Первый полет универсальной тяжелой двухступенчатой ракеты-носителя «Энергия» грузоподъемностью более 100 т. Полет ракеты-носителя полностью успешный (СССР)».

Тридцатилетие космической эры, начало которой ознаменовано запуском первого советского искусственного спутника Земли, пришлось на год 70-летия Великого Октября. Это глубоко символическое совпадение. Победа социалистической революции в России соз-



дала условия для оптимального раскрытия творческих способностей наших отечественных ученых. Без Октября 1917-го не был бы возможен Октябрь 1957-го, положивший начало космической эры в истории человечества. Октябрь 1917 года дал такой импульс в развитии цивилизации, благодаря которому стал возможен не только первый космический полет землянина-русского Юрия Гагарина, но, в известном смысле, и первый шаг американца Нейла Армстронга на Луне.

XX век вообще поражает величием раскрывающихся возможностей, в которых реализуется весь опыт, накопленный предшествующими поколениями. Известный советский философ, академик И. Т. Фролов указывает: «Подсчитано, что за всю историю мыслящего человека более 90 процентов научного знания накоплено за последние 75 лет». Таков ре-

зультат научно-технического прогресса XX века. Это, однако, относится лишь к знаниям, к используемой человечеством информации и технологии, что является лишь одной стороной познания. Древние говорили, что человек отчасти знает, а отчасти предугадывает, полное его совершенство наступает тогда, когда это «отчасти» исчезает... Таков творческий процесс познания. Он включает в себя познание человеком окружающего мира — знание, в том числе и познание человеком самого себя. Мыслители всех времен и народов пытались связать между собой космическое мироздание и человеческую мораль. Вспомните высказывание Иммануила Канта: «Две вещи наполняют душу всегда новым и более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них, — это звездное небо надо мной и моральный закон во мне».

До выхода человечества в космос существовало несоответствие между мощным научно-техническим прогрессом и консерватизмом мышления людей. И. Т. Фролов подчеркивает: «это огромное несоответствие временных масштабов продолжительности развития науки и техники, с одной стороны, и мышления людей — с другой, и является, на мой взгляд, одним из главных источников тех трудностей, которые стоят на пути изменения нашего мышления, формирования его новой стратегии, соответствующей новым, принци-

пимально изменившимся условиям».

Именно космонавтике как яркому проявлению достижений человеческого гения в области науки и техники принадлежит и особое место в формировании нового мышления. «...Будем стараться иметь космический взгляд на вещи», — призывал великий К. Э. Циолковский. Ответом на этот призыв стал полет Ю. А. Гагарина, впервые подаривший человечеству «чудо Макровзгляда», а через него и чувство общности единой семьи Человечества. Первооткрыватель космоса оказался своего рода первоглашатаем нового мышления. Впрочем, это в полной мере осознано было не всеми и не сразу. Свойственное человеку социальное начало, осознание себя частью единого человечества обретает осязаемый смысл с каждым новым шагом в освоении космоса. И это относится не только к тем, кому непосредственно довелось участвовать в космических полетах, но и ко всем, кому свойственно задуматься над судьбами человечества и своим личным будущим.

Со времени полета Юрия Гагарина представление о космическом пространстве как сфере совместной и равноправной деятельности всех стран и народов зафиксировано в десятках многосторонних межправительственных договоров и соглашений. Такое представление активно способствует развитию широкого международного сотрудничества в деле освоения космического пространства на благо всех народов и государств. Космонавтика служит, если можно так выразиться, материальным мостом от имевшего место политического мышления к новому, от международных отношений конфронтации к мирному сосуществованию. Это на практике

проявляется в последние годы. К таким размышлениям и обобщениям приходишь, читая книгу академика В. П. Глушко — основоположника отечественного ракетного двигателестроения, одного из пионеров и создателей ракетно-космической техники.

Творческий путь академика В. П. Глушко — это многолетний труд талантливого ученого и Генерального конструктора, свидетеля и активнейшего участника всех этапов истории советской космонавтики. В книге удивительно живо показана глубокая внутренняя связь романтического периода теоретического поиска пионеров космонавтики — К. Э. Циолковского, Ю. В. Кондратюка, Ф. А. Цандера — и трудного предвоенного времени формирования первых советских организаций по созданию и испытанию образцов ракетной техники; грозного военного времени производства «Катюш», самолетных реактивных снарядов и установок и послевоенных лет становления ракетной отрасли народного хозяйства. Здесь показана роль Совета главных конструкторов, возглавляемого академиком С. П. Королевым, и в который входили академики В. П. Глушко, Н. А. Пилюгин, В. И. Кузнецов, М. С. Рязанский, В. П. Бармин, в создании первых советских ракетно-космических систем и самых мощных в то время ракет-носителей. И конечно, в книге подробно говорится о тридцати годах космической эры. Издание подкупает исключительной достоверностью освещаемых исторических событий, воссозданных на основе личных воспоминаний и множества документальных архивных материалов.

В предисловии от издательства книга представляется как краткий научно-популярный очерк истории развития раке-

тостроения и космонавтики в нашей стране, и в то же время академическая строгость, энциклопедичность и большой объем справочного материала делает книгу солидной и ценной монографией. Следует отметить, что время, достижения советской космонавтики постоянно вносят свои коррективы в ее историю. Сравнение настоящего — третьего, дополненного — издания книги (М.: Машиностроение, 1987) с предыдущим (1981 г.) показывает, что если раздел «СССР — родина космонавтики» (история до 1945 года) дополняется лишь заполнением «белых пятен» и открытием отдельных фактов, то два других раздела — «Штурм космоса ракетными системами» (история послевоенного периода) и «Даты. События. Люди» (хроника основных событий) — существенно изменяются каждый год, а порой даже каждый месяц. Таков темп освоения космоса сегодня: создаются новые ракетно-космические системы и комплексы, открываются новые горизонты исследований, формируются новые международные программы «Интеркосмоса». И лучшее свидетельство тому — успешный первый старт ракеты-носителя «Энергия», за которым последуют многие другие.

Книга «Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР» прекрасно иллюстрирована, написана живым и образным языком. Она содержит богатый фактический, цифровой и сравнительный материал и, по мнению академика В. П. Глушко, безусловно будет полезна всем, кто имеет «...интерес к тому, как и где зарождалось советское ракетостроение, достигшее к настоящему времени столь бурного развития, когда, кем и какие проблемы ставились и решались».

Живая оболочка Земли

Доктор геолого-минералогических наук
А. Ю. ЛЕЙН

Созданное В. И. Вернадским учение о биосфере, как и все труды этого величайшего ученого XX века, из-за их удивительной насыщенности философской мыслью, часто труднодоступны для широкого круга читателей. Хороший пример популяризации идей Вернадского дает книга кандидата геолого-минералогических наук А. В. Лапо «Следы былых биосфер или Рассказ о том, как устроена биосфера и что осталось от биосфер геологического прошлого» (М.: Знание, 1987). В ней в яркой и увлекательной форме изложены основные положения учения Вернадского о биосфере и живом веществе, которые автор дополняет самыми новыми достижениями науки. Эта небольшая скромно изданная книга представляет собой и самостоятельное исследование — синтез современных знаний о биосфере.

Доброе отношение автора к своему читателю чувствуется с первых страниц. Сама книга состоит из «Вступления», шести глав и «Заключения». В первой главе — «Биосфера» — показано, как, опираясь на труды своих предшественников (автор бережно перечисляет всех — от Э. Зюсса до В. В. Докучаева) и используя свой научный потенциал, В. И. Вернадский первым формулирует идею о



ведущей роли живого вещества в преобразовании планеты и создает учение о биосфере как о единой динамической системе, управляемой жизнью.

А. В. Лапо иллюстрирует это примерами, показывающими, что живое вещество не только катализатор химических процессов, но часто их единственный механизм — некоторые реакции на Земле вообще не происходят вне организмов. В первой главе даны основные понятия учения о биосфере, например, что такое экосистемы, биогеохимические циклы, биогеохимические провинции, введено понятие о ноосфере — разумно управляемой человеком биосфере. Здесь же читатель узнает о саморегуляции Мирового океана, получит представление об амплитуде абсолютных отметок поверх-

ности Земли, с почтением остановится перед тем количеством видов живых организмов, которые существуют в современной биосфере (2 миллиона!), задумается над причинами геологических катастроф в истории Земли, мысленно попытается охватить необъятные границы биосферы. И все же основная цель главы — показать «ранимость» биосферы, этой открытой саморегулирующейся системы, где доминирующая роль принадлежит живым организмам.

О том, как развивались представления о возникновении жизни на Земле от Аристотеля до наших дней, рассказано во второй главе — «Живое вещество». Здесь же в сжатой форме дана систематика живых организмов, говорится об эволюции, а также истории исследования геохимии живого вещества, где пионерами были советские ученые. Излагая все это, автор подводит читателя к главному — биосфера есть тонко сбалансированная система.

Таково очень важное положение в учении о глобальной экологии, и ему посвящена третья глава книги «Сгущения и пленки жизни». Термины эти, предложенные Вернадским, описывают две формы концентрации жизни в биосфере — зоны «разрежения живого вещества» и области «сгущения

жизни», к которым относится, например, планктонная пленка в океане (верхние 150—200 м океанической воды). Такие области больше всего подвержены антропогенному стрессу, а это означает, что саморегуляционная система биосферы при непосильной нагрузке может и не выдержать ее.

Несколько страниц третьей главы отданы описанию подводных «оазисов жизни» в рифтовых зонах океана — одному из самых захватывающих недавних открытий в биологии и геологии. Основание «трофической пирамиды», или пищевой цепи сообщества животных в этих оазисах, составляют хемоавтотрофные организмы, использующие в своей жизнедеятельности не солнечную энергию, а энергию окисления неорганических восстановленных соединений, таких как H_2S , H_2 , CH_4 . Синтезируя органическое вещество для всего сообщества или образуя тесный симбиоз с бентосными животными, хемоавтотрофы выполняют функции пищеварительных систем своих «хозяев».

Океан дарит исследователям бесконечное число больших и малых открытий. Не успели ученые «прийти в себя» после обнаружения «оазисов жизни» в океанических рифтах, как была доказана возможность хемоавтотрофного синтеза на обширных пространствах шельфа и континентального склона океана. И здесь органические соединения образуются при бактериальном разложении фотосинтетического органического вещества в осадках, а затем становятся пищей для хемоавтотрофных бактерий и бентосных животных-симбионтов. Эти экзотические экосистемы органично включены автором

книги в общую схему экосистем биосферы.

Четвертая глава — это удачная иллюстрация тезиса В. И. Вернадского: «Живое вещество охватывает и перестраивает все химические процессы биосферы. Живое вещество есть самая мощная геологическая сила, растущая с ходом времени». Глава так и называется — «Самая мощная геологическая сила», она насыщена интересными фактами и убедительными цифрами, свидетельствующими о грандиозных масштабах геологической деятельности живого вещества.

Глава пятая — «Три фактора: био, эко и тафо» — в большей степени, чем предыдущие, собственно авторская. В ней А. В. Лапо, по специальности геолог, излагает свои представления о процессах осадконакопления и породообразования. Он выделяет три основных фактора, формирующих органическое (палеобиогенное) вещество в породах: продуктивность живого вещества — биофактор; условия, благоприятные для концентрации, — экофактор; и обстановка, обеспечивающая захоронение, — таофактор. Глава проиллюстрирована схемами формирования осадочных пород и геохронологической шкалой, на которой отмечены все основные события истории биосферы.

Последнюю, шестую главу книги я бы назвала «кратким курсом литологии, палеонтологии и учения об осадочных полезных ископаемых». В ней очень удачно и кратко изложены основы этих трех тесно взаимосвязанных наук, и стержнем всего изложения остаются идеи В. И. Вернадского о роли живого вещества в истории земной коры.

Интересно, что познание природных явлений в современной науке часто опережает возможности книгопечатания. Например, постулат о том, что неизвестны современные аналоги нефти, приведенный в данной книге на странице 180, устарел. Самая «молодая» нефть верхнегоценного возраста обнаружена на дне впадины Гуаймас в Калифорнийском заливе. Думаю, что в последующих работах А. В. Лапо, автора, идущего в ногу со временем, и этот факт будет интересно преподнесен широкому читателю.

Что касается тона повествования, то с удовольствием отмечаю его лиричность и уместность «вкраплений» в текст книги поэтических строк, свидетельствующих о хорошем вкусе автора.

В заключение хочется поблагодарить А. В. Лапо за бережное отношение к идеям, мыслям и памяти Владимира Ивановича Вернадского, чье имя становится символом разумной воли людей, отдающих свои силы борьбе за сохранение нашей планеты от насильственных атомных, экологических и всех иных разрушений.

Начало см. на с. 77

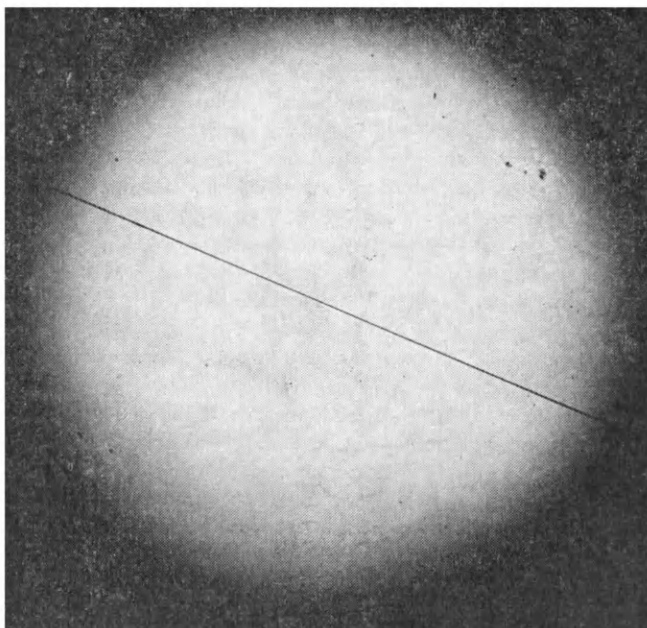
мнутся с космодромом Капустин Яр и системой подготовки космонавтов, узнают о космических должностях и об «Интеркосмосе»; прочитают об исследовании нашей планеты из космоса, о комете Галлея и Большой Вселенной; поразмышляют о том, был ли Фазтон и существуют ли НЛО.

Текстовый материал, включающий статьи и небольшие заметки о новостях науки, дополняют многочисленные фотографии и рисунки, которых в книге очень много.

Информация

Солнце в октябре — ноябре 1987 года

В октябре — ноябре 1987 года группы пятен наблюдались в высоких широтах и северного, и южного полушария. Снимок сделан 3 ноября В. Ф. Кныш [Байкальская астрофизическая обсерватория СибИЗМИРА]



С января по ноябрь 1987 года наблюдались две волны активности. Первая занимает отрезок март — май. Значения чисел Вольфа достигают здесь пиковых отметок (около 100 в середине апреля). В эти три месяца на диске Солнца практически всегда находились группы пятен. Преобладала активность нового цикла, но еще встречались и пятна старого цикла. Вторая волна началась во второй половине июля. С этого момента и все последующее время, включая октябрь и ноябрь, группы пятен снова постоянно присутствуют на солнечном диске. Более того, ход активности в октябре — ноябре свидетельствует о неуклонном повышении общего уровня активности, хотя и достаточно медленном. Так, в октябре среднемесячное значение числа Вольфа (W) достигло 60, что вдвое превышает сентябрьский уровень. Максимальная величина W в конце октября несколько пре-

вышла отметку 100. И хотя в первой половине ноября активность снизилась до средней величины 45, все же среднее значение числа Вольфа W за два месяца было выше, чем в предыдущие периоды.

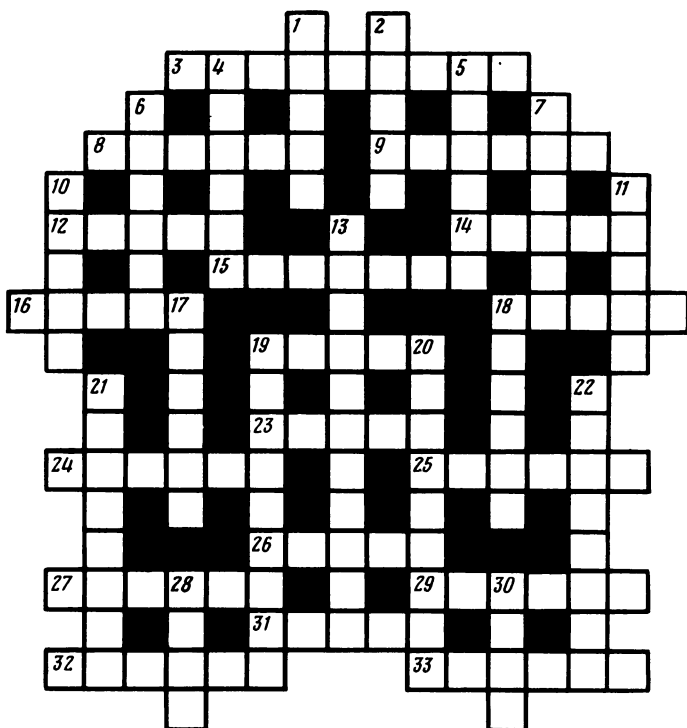
Группы пятен в октябре — ноябре возникали преимущественно в высоких широтах и примерно одинаково часто и в северном, и в южном полушариях. Одно из пятен, наблюдавшееся в 20-х числах октября в южном полушарии, было на широте около 45° , что является рекордом. Подчеркнем, что все группы пятен начиная с июля 1987 года принадлежали новому циклу (это следует из магнитной полярности групп пятен).

Кандидат
физико-математических наук
В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ

Сдано в набор 18.12.87. Подписано к печати 18.02.88. Т-07353. Формат бумаги $70 \times 100^{1/16}$
Высокая печать. Усл.-печ. л. 7,74. Уч.-изд. л. 10,1. Усл. кр.-отт. 387 тыс. Бум. л. 3,0
Тираж 43 000 экз. Заказ 1153. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»
103717, ГСП Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., д. 6



ОТВЕТЫ НА КРОССВОРД, ОПУБЛИКОВАННЫЙ В № 1

ПО ГОРИЗОНТАЛИ: 3. Ко-
нус. 8. Протон. 9. Модуль.
12. Центавр. 14. Глазков.
16. «Кедр». 17. Антенна. 18. Азот.
21. Кретьен. 22. Шаталов.
24. Термостат. 28. Йога. 29. Кю-
ри. 30. Мезопауза. 31. Долго-
та. 32. Аксенов.

ПО ВЕРТИКАЛИ: 1. Море-
ны. 2. Сурьма. 4. Титов.
5. Дедал. 6. Арктур. 7. Плазма.
10. Серебро. 11. Водород.
13. Рынин. 14. «Гюнеш». 15. Ве-
га. 19. Вьетнам. 20. Статика.
23. «Прогноз». 25. Меропа.
26. Сахара. 27. Гэрриот.

ПО ГОРИЗОНТАЛИ: 3. Гомогенное твердое ракетное топливо.
8. Интрузивная средняя горная порода, строительный материал.
9. Высококипящее горючее для жидкостного ракетного двига-
теля. 12. Помещение космического корабля с определенным
функциональным назначением. 14. Советский конструктор, уча-
стник создания БИ-1 — первого советского самолета с ЖРД.
15. Химический элемент, мягкий металл. 16. Река на Кавказе.
18. Город в Болгарии, курорт. 19. Точка небесной сферы, по
направлению к которой движется Солнце относительно звезд.
23. Советский искусственный спутник Земли для коротковолновой
радиолобительской связи. 24. Советская система спутникового
телевидения. 25. Специалист. 26. Порядковое число одного из
однородных предметов. 27. Среднеазиатский ученый-энциклопе-
дист X—XI веков. 29. Яркая звезда в созвездии Ориона.
31. Единица магнитной индукции. 37. Столица западноафрикан-
ского государства. 33. Деталь механизмов, род затвора.

ПО ВЕРТИКАЛИ: 1. Возвышенная равнина. 2. Радиоактивный
химический элемент, галоген. 4. Яркая звезда в созвездии Креста.
5. Химический элемент, платиновый металл. 6. Космонавт США,
участник третьего экипажа орбитальной станции «Скайлэб».
7. Советская навигационная спутниковая система. 10. Яркий крупный
метеор. 11. Космонавт США, участник полета на корабле «Апол-
лон-17». 13. Программа сотрудничества социалистических стран.
17. Числовой или буквенный показатель в математике при основ-
ном выражении. 18. Космонавт СССР, бортинженер на кораблях
«Союз-7» и «Союз-11». 19. Первая советская экспериментальная
стратосферная ракета. 20. Один из проливов, соединяющих Се-
верное и Балтийское моря. 21. Линия, соединяющая точки с
одинаковыми значениями магнитного наклона. 22. Род водо-
рослей, используемых в замкнутых экологических системах на
космических кораблях и орбитальных станциях. 28. Один из по-
зывных космонавта О. Г. Макарова. 30. Атмосферные осадки

Художественный редактор
Е. А. Проценко

Корректоры: В. А. Ермолае-
ва, Л. М. Федорова

Обложку журнала оформил
А. С. Смольников

Номер оформили: А. Г. Ка-
лашикова, А. С. Смольни-
ков, Е. К. Тенчурина

Адрес редакции: 103717, ГСП,
Москва К—62, Подсосенский
пер., д. 21, комн. 2

Телефоны: 227—02—45,
227—07—45

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
ЦЕНА 65 КОП.
ИНДЕКС 70336

